

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ТВППТСБ

Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій

Спеціальність 181 – «Харчові технології»

Ступінь вищої освіти «Магістр»

«Допустити до захисту»

«Рекомендувати до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

Зав. кафедри _____ Олена ПЕТРОВА

« _____ » _____ 2025 р.

« _____ » _____ 2025 р.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА
В УМОВАХ ТОВ «ТЕРНОВСЬКИЙ ХЛІБЗАВОД» М. МИКОЛАЇВ

04.04 – КР 92-О 30 05 25. 004

Виконавець:

здобувач вищої

освіти II курсу _____ Олександр КОБЗАР

Науковий керівник:

доцент _____ Руслан ТРИБРАТ

Рецензент:

ст. викладачка _____ Алла ЗЮЗЬКО

Миколаїв – 2025

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Новітні технології при виробництві хлібобулочних виробів	9
1.2. Цифрові технології у виробництві продукції	14
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ	19
2.1. Місце і об'єкт дослідження	19
2.2. Методики виконання роботи	21
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування отриманих результатів	25
3.1.1. Використання рослинних компонентів при виробництві хлібобулочних виробів	25
3.1.2. Вплив рослинних компонентів на якість хліба	27
3.2. Розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності	31
3.3. Технологічні схеми виробництва продукції	34
3.4. Опис технології виробництва продукції	39
3.5. Вимоги до якості сировини та готової продукції	40
3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві	46
3.6.1. Аналіз небезпечних факторів	46
3.6.2. Блок-схеми виробництва продукції	48
3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції	49
3.7. Економічна частина	50

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	62
ВИСНОВКИ	66
ПРОПОЗИЦІЇ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ	75

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота, яка розміщення на 79 сторінках, на тему – «Удосконалення технології виробництва хліба в умовах ТОВ «Терновський хлібзавод» м. Миколаїв», складається з таких структурних елементів: вступу, розділів «Огляд літератури», «Матеріали, умови та методика виконання дослідження», «Результати дослідження», «Охорона праці», «Безпека в надзвичайних ситуаціях», «Охорона навколишнього середовища», висновків та рекомендацій, а також списку використаних джерел, що включає 70 публікацій. У ході виконання дослідження було представлено 9 таблиць і 5 рисунків.

Аналіз літератури та сучасного стану галузі виробництва хлібобулочних виробів свідчить про стійкий і зростаючий попит на продукцію функціонального призначення. Також помітно зростає потреба в застосуванні інноваційних технологій у виробничому процесі.

Для розробленого виду продукції виконано розрахунки необхідної сировини, визначено органолептичні та фізико-хімічні характеристики кінцевого продукту, розроблено технологічні схеми виробничого процесу та встановлено вимоги до якості сировини і готової продукції. Для забезпечення безпеки на виробництві хлібобулочних виробів було проведено аналіз технологічних процесів, а також розроблено блок-схему, що відображає критично важливі контрольні точки.

Розділи, що стосуються охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, включають аналіз шкідливих факторів, які можуть виникнути в процесі виробництва на хлібопекарських підприємствах, і пропонують заходи для мінімізації ризиків травматизму, професійних захворювань та нещасних випадків, а також розглядають методи охорони навколишнього середовища, спрямовані на зниження негативного впливу виробництва. Висновки та рекомендації сформульовані на основі результатів проведеного дослідження.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ТОВ – Товариство з обмеженою відповідальністю

ДСТУ – Державні Стандарти України

м² – метр квадратний

мм – міліметр

кг – кілограм

г – грам

НАССР – система аналізу ризиків, небезпечних чинників і контролю критичних точок

ККТ – критична контрольна точка

БГКП – бактерії групи кишкової палички

КМАФАМ – кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів

ВСТУП

Хлібопекарська галузь є однією з ключових складових харчової промисловості, забезпечуючи населення важливими продуктами, такими як хліб, хлібобулочні та борошняні вироби для щоденного споживання. У культурі та харчовому раціоні українців хліб займає особливе місце, адже він є основним компонентом раціону для більшості людей.

Однією з актуальних світових тенденцій у сфері харчових технологій є розробка інноваційних продуктів з підвищеною харчовою цінністю, які впливають на фізіологічні процеси в організмі людини. Ці продукти створюються для підтримки загального стану здоров'я, покращення функцій організму і запобігання захворюванням. Серед основних характеристик таких продуктів є їх здатність стимулювати і зміцнювати імунітет. Підвищена імунна відповідь є гарантованим результатом вживання їжі, збагаченої вітамінами, мінералами, антиоксидантами та іншими біологічно активними компонентами, які сприяють нормалізації метаболізму та поліпшенню загальної резистентності до інфекцій і хронічних захворювань [33].

Сучасне хлібопекарське виробництво представляє собою впровадження новітніх інноваційних рішень в тому числі застосування цифрових технологій, автоматизація та роботизація виробництв, а також розширенням асортименту хлібобулочних виробів. Слід відзначити, що сучасна тенденція в розвитку цієї галузі спрямована на поєднання підприємств великої потужності і гнучкості малого бізнесу. Вирішення важливої державної задачі щодо забезпечення населення збалансованим харчуванням можливе лише за умови створення та впровадження у виробництво нетрадиційної сировини та новітніх технологій [7].

У сучасному асортименті хлібобулочних виробів спостерігається недостатня кількість продуктів, які призначені для профілактики різноманітних захворювань і підвищення захисних механізмів організму від негативного впливу довкілля. Ця ситуація вимагає переосмислення вибору

виробів з позиції їхньої корисності для здоров'я населення. Для вирішення цієї проблеми необхідно розширити асортимент хлібобулочних продуктів через створення і впровадження нових видів продукції функціонального спрямування. Ці вироби повинні бути збагачені вітамінними комплексами, плодоовочевими компонентами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами та іншими функціональними інгредієнтами, які сприяють покращенню стану здоров'я й підтримці оптимального фізіологічного балансу організму [17].

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження можливості розширення асортименту виробництва пшеничного хліба шляхом введення в його склад гарбузового та лляного насіння, а також їх шроту, що дозволить підвищити харчову цінність продукції та поліпшити її органолептичні показники в умовах ТОВ «Терновський хлібозавод».

Для досягнення зазначеної мети були сформульовані такі основні завдання:

1. Проаналізувати вплив гарбузового та лляного насіння на якість пшеничного хліба.
2. Дослідити вплив введення гарбузового та лляного насіння та порошкоподібного шроту на технологічні та органолептичні характеристики готової продукції, зокрема на смак, аромат, та текстуру.
3. Провести розрахунок рецептур готової продукції, визначити її харчову та біологічну цінність.
4. Розробити технологічні схеми виробництва пшеничного хліба з додаванням насіння та шроту.
5. Описати технологічний процес виготовлення пшеничного хліба з використанням гарбузового та лляного насіння, а також їх шроту.
6. Проаналізувати можливі небезпечні фактори, що можуть виникати під час виробничого процесу, та розробити рекомендації для їх мінімізації.
7. Провести економічні розрахунки для визначення економічної доцільності впровадження нової продукції в асортимент підприємства.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів із насінням та шротом, які мають вплив як на якість кінцевого продукту, так і на здоров'я людини. Це хліб з пшеничного борошна вищого сорту, з додаванням цільнозернового гарбузового та лляного насіння, а також порошкоподібного шроту цих насіння в кількості 5 %, 10 % і 15 % на 100 г борошна.

Результати досліджень опубліковано збірнику тез матеріалів XII Міжнародної науково-практичної конференції «Global Trends in science and education», Київ, Україна.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Новітні технології при виробництві хлібобулочних виробів

Сучасні тенденції розвитку хлібопекарської галузі демонструють поєднання великих потужностей промислових підприємств і гнучкості малого бізнесу, що забезпечує різноманіття продукції та задоволення всіх потреб споживачів. Незважаючи на те, що класичні технології виробництва хліба залишаються важливими й широко розповсюдженні, значно зростає інтерес до впровадження новітніх технологічних рішень, які дозволяють створювати продукти з унікальними властивостями та більш високою якістю.

Одним із найактуальніших напрямків у сучасному хлібопекарському виробництві є застосування крафтових технологій, які передбачають використання закваски для виготовлення хліба. Такий підхід забезпечує більш натуральний смак та аромат продукції, а також сприяє її кращій засвоюваності. Окрім того, розвиток хлібопекарської галузі активно спрямований на створення продуктів для окремих груп споживачів, а саме спеціальні рецептури та технології виготовлення дієтичних сортів хліба, серед яких особливе місце займає безглютеновий хліб, призначений для людей із непереносимістю глютену або тих, хто дотримується спеціальних дієт [60].

Технології створення безглютенових продуктів здебільшого базуються на використанні спеціальних видів крохмалю, часто в комбінації з зерновим борошном, що дозволяє досягти бажаних текстур та органолептичних характеристик. У цьому контексті важливо розглянути роль інноваційних підходів до розроблення рецептур, спрямованих на розширення асортименту продукції для людей з функціональними обмеженнями травлення [1].

У сучасних рецептах діабетичних продуктів все частіше використовуються традиційні цукрозамінники, такі як сорбіт і ксиліт, які мають властивості, особливо корисні для людей із порушеннями вуглеводного

обміну. Проте останнім часом набули популярності замінники цукру нового покоління, що відзначаються низьким глікемічним індексом, низькою калорійністю та пребіотичними характеристиками. Лактит, ізомальт, еритрит і лактулозу активно використовуються у виробництві харчових продуктів [1].

На сьогодні актуальним є виготовляти вироби з железахисними властивостями, які могли б задовольнити потреби людей похилого віку. Враховуючи специфіку харчування цієї вікової категорії, формування збалансованих продуктів із активними нутрієнтами стає важливим завданням у сфері харчової промисловості. Це відкриває можливості для розроблення нових рецептів, які поєднуюватимуть високу функціональність та відповідність сучасним стандартам здорового харчування [1].

Однією з інновацій у хлібопекарній промисловості є використання борошна з зеленої гречки, що виготовляється з термічно необроблених зерен гречки. За даною обробкою зберігаються природні властивості та підвищується харчову цінність. Зелена гречка містить такі поживні речовини, як клітковина, кальцій, магній, натрій, калій, фосфор, хлор і сірка. Ці мінерали відіграють ключову роль у підтриманні загального здоров'я організму та його нормального функціонування. Крім того, зерна зеленої гречки мають значну кількість вітамінів, серед яких є вітаміни групи В, вітамін Е та антиоксиданти [9].

Варто зазначити, що біодоступність вітамінів зі зеленої гречки значно вища, ніж у звичайної. Це свідчить про те, що організм здатний швидше і продуктивніше засвоювати їх. За рахунок високого рівня біодоступності вітамінів, борошно з зеленої гречки є цінним інгредієнтом для створення продуктів харчування із покращеними харчовими властивостями [9].

Розроблено хлібобулочні вироби, які спрямовані на підтримку дієтотерапії, створені з використанням високоякісного пшеничного, гречаного та вівсяного борошна. До їхнього складу також входить кукурудзяна олія, яка є джерелом необхідних харчових волокон і біологічно активних речовин. Особлива увага приділяється підбору оптимального співвідношення

інгредієнтів, аби продукт максимально відповідав потребам людей, які мають проблеми з надмірною вагою. Для досягнення цього балансу рекомендована суміш передбачає використання вівсяного, пшеничного та гречаного борошна у пропорціях 50:75:25. Хліб, виготовлений за такою рецептурою, відзначається багатим вмістом мікро- і макроелементів, а також важливими для організму вітамінами [32].

Дослідники зі Сполучених Штатів Америки та Японії провели ґрунтовні дослідження і дійшли висновку, що для підвищення вмісту білка у харчових виробках доцільно застосовувати борошно, отримане з бобових культур, а також проводити ізоляцію білків із цих рослин. Використання такої сировини є ефективним, оскільки білковий вміст у бобових культурах не поступається показникам білків тваринного походження. Додатковою перевагою є те, що ці рослинні продукти містять значну кількість природних вітамінів та мінеральних речовин, представлених у вигляді сполук, які організм людини легко засвоює, що сприяє покращенню загального балансу харчування [29].

Для оптимізації складу борошняних виробів широко застосовують нут і продукти його переробки, які додають у поєднанні з сочевицею. Така комбінація дозволяє створити харчові продукти, оптимально збалансовані за показниками вмісту білків, що сприяє поліпшенню їх поживної цінності та функціональних властивостей [4, 15].

Люпин є однією з найперспективніших культур серед бобових, що заслуговує на особливу увагу, як практичного, так і дослідного характеру. Насіння люпину, а також продукти його переробки все більше використовуються в різних галузях харчової промисловості завдяки своїм унікальним властивостям як доступне джерело повноцінних білків, ненасичених жирних кислот і пектину [58].

Люпин містить значну кількість протеїну, який характеризується високою біологічною цінністю завдяки збалансованому набору амінокислот. Це робить його особливо привабливим для вегетаріанських та веганських дієт, де потреба в білках може бути критично важливою. До того ж насіння містять

ненасичені жирні кислоти, які позитивно впливають на серцево-судинну систему, а також пектин, що сприяє поліпшенню травлення та регуляції рівня цукру в крові [58].

Незважаючи на значний потенціал люпину як сировини для харчової промисловості, обсяги його використання в більшості країн світу залишаються низькими. Це пов'язано з рядом факторів, серед яких відсутність традицій в харчуванні, культурні бар'єри, а також недостатня розробка технологій переробки насіння люпину, що ускладнює його інтеграцію у виробничі процеси харчової промисловості [53].

Для підвищення біологічної цінності хліба активно впроваджують використання сухого білкового напівфабрикату, отриманого з кісток великої рогатої худоби та свиней. Даний компонент додається у кількості від 4-6 % від маси борошна, що забезпечує значне збільшення концентрації незамінних амінокислот та покращення харчових властивостей готового продукту, роблячи його більш корисним для організму людини [14].

Запропоновано використовувати харчовий білковий концентрат на основі хлібопекарських дріжджів, як білковий збагачувач. Дослідження підтвердили можливість замінити до 25 % курячих яєць або повністю курячий білок у рецептурі булочних виробів на концентрат із вмістом до 57 % білка. Використовується харчовий желатин – гідролізат тваринної колагеновмісної сировини, що складається з глютину [6, 28].

Хімічного складу природної сировини (плодово-ягідне пюре, повидло, соки, порошкоподібні продукти, отримані з жмиху овочів і фруктів) має високу харчову цінність, що підтверджується можливістю ефективного застосування таких продуктів у хлібопекарній промисловості. Особливості хімічного складу таких інгредієнтів дозволяють створювати продукцію, яка не лише відрізняється за смаковими характеристиками, але й має корисні дієтичні властивості, що сприяють розширенню асортименту на ринку [30, 41].

Застосування рослинних добавок допомагає частково нейтралізувати негативний вплив змін у харчуванні, активуючи захисні механізми організму.

Запропоновано використовувати насіння та вижимки томатів, порошок і харчові волокна з виноградного жмиха. Ці компоненти багаті на органічні кислоти, мікроелементи, поліфеноли, вітаміни, особливо каротин – природний провітамін А. Завдяки таким добавкам хлібобулочні вироби набувають дієтичних властивостей, що дозволяє розширити асортимент продукції, призначеної для людей із такими захворюваннями, як коліт, холецистит, атеросклероз і цукровий діабет [19, 38].

Основним способом профілактики йододефіцитних захворювань є збагачення продуктів харчування йодом, адже близько 90 % йоду організм отримує з їжею, особливо через хлібобулочні вироби. Найважливішим джерелом органічного йоду вважають морські водорості, які одночасно багаті на харчові волокна, альгінові кислоти та солі багатьох інших мінеральних речовин. Останнім часом спостерігається значне скорочення споживання продуктів, насичених йодом, таких як риба, морепродукти та м'ясо. З цієї причини у виробництві хлібобулочних виробів все частіше застосовуються порошок морської капусти та біологічно активні добавки із водорості зостери. Ці компоненти містять низку важливих мікроелементів, незамінних амінокислот і сполук із сорбційними властивостями, що дають змогу надати продуктам лікувально-профілактичну цінність [2, 16].

Борошняні вироби є важливим джерелом вуглеводів у раціоні людей, тому збагачення їх корисними макроелементами, такими як кальцій, є особливо актуальним. Він бере участь у багатьох фізіологічних процесах, зокрема, у ферментативних реакціях, які регулюють обмін речовин, і забезпечують підтримку клітинної функції. Значення кальцію для людського організму не можна переоцінити так, як він відіграє ключову роль у профілактиці остеопорозу (зменшення щільності кісткової тканини, що підвищує ризик до переломів). Достатнє споживання кальцію також має суттєве значення для контролю артеріального тиску, що є важливим аспектом у профілактиці гіпертонії та інших серцево-судинних захворювань [8].

1.2. Цифрові технології у виробництві продукції

Цифровізація може включати в себе цифрові технології, такі як штучний інтелект (ШІ), розумні сенсори, Інтернет речей (IoT), блокчейн, робототехніку, цифрові двійники, технологія 3D-друку, а також віртуальну та доповнену реальність [62].

У хлібопекарській промисловості цифровізація вже активно використовується для підвищення якості продукції, зменшення відходів та автоматизації процесів. Зокрема, впровадження цифрових рішень у пекарнях дозволяє забезпечити віддалену підтримку, автоматичне поповнення матеріалів, обслуговування та контроль якості [59].

Завдяки розумним технологіям, пекарні отримують можливість контролювати і моніторити виробництво в реальному часі, прогнозувати попит та здійснювати пряму взаємодію з клієнтами через цифрові платформи [52, 54, 64].

Штучний інтелект відіграє провідну роль у трансформації промислового хлібопекарського виробництва. Його технології дозволяють аналізувати великі обсяги даних, що сприяє покращенню контролю якості, оптимізації ланцюгів постачання та реалізація. Інтелектуальні датчики забезпечують високоточний моніторинг ключових етапів виробничого процесу – від замішування тіста та бродіння до випікання, що дозволяє гарантувати стабільно високу якість продукції [49].

Компанія Impossible Foods використовує штучний інтелект для удосконалення своїх рослинних продуктів, намагаючись максимально наблизити їх до традиційних м'ясних виробів. Компанія Coca-Cola застосовує алгоритми машинного навчання для розробки нових напоїв, на основі даних отриманих від споживачів з різних куточків світу [48].

Компанії Kellanova та Ingredion, застосовують технологію для оптимізації рецептур і дотримання продукції встановленим вимогам нормативно-правових документів [55].

Системи розпізнавання зображень зі штучним інтелектом активно застосовуються для виявлення можливих дефектів у хлібобулочних виробках. Завдяки цьому споживач отримує лише якісну продукцію, адже такі системи здатні розпізнавати тріщини, нерівномірну текстуру чи потенційні забруднення, що дає змогу оперативно усувати недоліки ще до потрапляння товару на полиці. Крім того, інструменти планування, керовані штучним інтелектом, дозволяють оптимізувати розподіл ресурсів і мінімізувати виробничі втрати. Це суттєво підвищує ефективність процесів і сприяє продуктивнішій організації всього виробництва [49].

Nestlé активно впроваджує технології розпізнавання зображень у своїх виробничих процесах, що стало значним кроком у підвищенні ефективності та якості продукції. Ці системи застосовуються для автоматизації контролю якості на різних етапах виробництва, що дозволяє зменшити людський фактор та знизити ризики помилок [63].

Цифровий двійник є віртуальною та динамічною імітацією реального фізичного об'єкта, машини чи пристрою, або ж нематеріального процесу, системи чи послуги. Він відтворює всі характеристики фізичного відповідника та з'єднаний із ним через мережеві пристрої й датчики, створюючи двосторонній динамічний зв'язок. Завдяки використанню віртуальних середовищ можна постійно відстежувати параметри процесу, виявляти потенційну неефективність під час операцій, аналізувати дані для прогнозування результатів і випробовувати нові конфігурації процесів у симуляції перед впровадженням на промисловому рівні. Такий підхід сприяє інтенсифікації процесів і забезпечує низку переваг, зокрема підвищення ефективності завдяки зниженню споживання ресурсів, утворення відходів і витрат енергії, що є вкрай важливими завданнями для харчової промисловості [5].

Пивовари компанії Anheuser-Busch InBev впроваджують концепцію цифрових двійників (Digital twins) для моделювання своїх пивоварень. У цьому процесі широко застосовуються датчики Інтернету речей (IoT), які

забезпечують можливість моніторингу хімічних реакцій і процесів ферментації в пивоварних чанах [5].

Компанія Ingredion розробила цифрового двійника своєї мережі постачання, що охоплює виробничі й дистриб'юторські об'єкти, а також інформацію про глобальні споживчі тенденції. Застосування цієї технології забезпечує компанію можливістю прогнозувати й запобігати виникненню потенційних проблем у процесах постачання [55].

Впровадження технологій IoT забезпечує інтеграцію всіх елементів виробництва в єдину мережу, що зробить можливим моніторинг стану обладнання та виробничого процесу в режимі реального часу. Це дозволяє не тільки своєчасно реагувати на можливі несправності у виробництві, але й проводити планове обслуговування, що запобігає відмовам.

Технологія 3D-друку харчових продуктів стрімко змінює хлібопекарську галузь, відкриваючи нові можливості для створення складних і унікальних дизайнів. Завдяки цій інновації досягається точний контроль над розміщенням інгредієнтів, що дозволяє зменшити їхній надмірний витрат і водночас відкриває простір для більшої творчості у виробництві. Окрім візуальної складової, технологія 3D-друку стає платформою для персоналізованого харчування, де хлібобулочні вироби можна адаптувати до конкретних дієтичних вимог. Цей підхід має потенціал кардинально змінити масове виробництво продуктів спеціалізованого харчування, забезпечуючи споживачів варіативними смаками, текстурами та поживними властивостями, які відповідають їхнім індивідуальним потребам або обмеженням у раціоні [49].

Revo Foods запустила найбільший у світі завод з 3D-друку їжі, розташований в Австрії. Компанія зосереджена на створенні рослинних продуктів, таких як лососеве філе, використовуючи технологію 3D-друку, яка дозволяє точно регулювати текстуру та поживну цінність продуктів [69].

Barilla, відома італійська компанія, що спеціалізується на виробництві макаронних виробів, представила 3D-принтер для створення свіжої пасти.

Завдяки цьому сучасному підходу стало можливим виготовлення макаронів складних форм із різноманітними начинками [66].

Автоматизація та робототехніка вдосконалюють процеси в хлібопекарській галузі, підвищуючи продуктивність, знижуючи потребу в ручній праці та забезпечуючи високу якість виробів [65].

Завдяки цифровізації пекарні можуть надавати дистанційну підтримку, автоматично поповнювати запаси матеріалів, здійснювати прогнозне обслуговування і контролювати якість продукції. Використання інтелектуальних технологій дозволяє вести моніторинг і відстежувати виробничі процеси в реальному часі, прогнозувати попит і безпосередньо взаємодіяти з клієнтами через цифрові платформи [52, 54, 59, 64].

Цифровізація також забезпечує кращу прозорість і відстежуваність у ланцюгах постачання, допомагаючи дотримуватися норм безпеки харчових продуктів і справлятися з проблемами, пов'язаними з занепокоєннями споживачів щодо сталого розвитку [54, 56].

McDonald's активно інвестує в штучний інтелект, розумні кіоски самообслуговування та автоматизовані кухні для прискорення обслуговування і оптимізації витрат. Масштабна модернізація включає використання ШІ для підвищення точності замовлень, запобігання поломкам обладнання та прогнозування можливих недоліків. У тестовому режимі відкрито автоматизований ресторан у Техасі, де всі операції виконуються автоматизованими системами. Незважаючи на автоматизацію, співробітники McDonald's усе ще виконують важливі завдання для покращення клієнтського досвіду [67, 68].

Nestlé активно використовує штучний інтелект (ШІ) та автоматизацію для підвищення інноваційності у виробництві та дослідженнях. Компанія реалізує програму InGenius, яка дозволяє співробітникам подавати нові ідеї для продуктів, що сприяє створенню як нових, так і модернізованих продуктів, наприклад, зменшення цукру в існуючих рецептурах. ШІ застосовується у виробництві для профілактичного обслуговування обладнання через

передбачувальну автоматизацію, а чат-боти забезпечують автоматизацію підтримки клієнтів, знижуючи витрати та підвищуючи ефективність. Особливо важливим є дослідження емоційного ШІ, який дозволяє аналізувати реакції споживачів під час тестування продуктів для отримання глибших уявлень [50].

Компанія також враховує етичні та юридичні стандарти перед впровадженням нових технологій, а також адаптує свої стратегії до культурних особливостей різних країн. Інвестиції в ШІ обґрунтовуються відповідними бізнес-результатами, що робить Nestlé лідером у сфері технологічних інновацій [50].

Інтеграція автоматизації та робототехніки підвищує продуктивність, але також викликає проблеми, пов'язані із значними капіталовкладеннями, відсутністю гнучкості для індивідуального виробництва, залежністю від кваліфікованих кадрів і зростанням енергоспоживання [57, 61].

Хоча автоматизація здатна знизити витрати на робочу силу, вона підвищує попит на кваліфікованих технічних спеціалістів. Компанії повинні ретельно аналізувати обсяги виробництва, ринковий попит і фінансові можливості перед переходом на автоматизацію, оскільки початкові інвестиції можуть окупитися лише через певний час. Також важливо враховувати виклики, пов'язані з переходом від людей до роботів та їх адаптацією до різноманітних виробничих завдань [51, 70].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Миколаївська область, розташована на півдні України, є важливим центром харчової та переробної промисловості, з понад 150 підприємствами, що займаються виробництвом і переробкою сільськогосподарської продукції. Це дозволяє забезпечувати практично всі потреби споживчого ринку як регіону, так і за його межами. Харчова промисловість Миколаївської області представлена широким спектром товарів, серед яких м'ясні, молочні, борошняні, хлібобулочні та кондитерські вироби, а також напої. Розвинена інфраструктура, доступ до сировини та потужності для виробництва сприяють стабільному забезпеченню внутрішнього ринку і розвитку експортних можливостей регіону [39].

Одним із значущих представників харчової галузі є ТОВ «Терновський хлібзавод», який спеціалізується на виробництві хлібобулочних виробів. Завод функціонує за адресою: Миколаївська обл., місто Миколаїв, вул. Чорноземна, буд. 20/1, і забезпечує потреби місцевих споживачів хлібом та іншими хлібобулочними виробами. Керівництво підприємства здійснює Поладов Фаррух Шахбаба Огли. Продукція заводу реалізується через торгову мережу за оптово-роздрібними цінами [44].

Терновський хлібзавод активно впроваджує сучасні стандарти управління якістю. З 2017 року на підприємстві функціонує система управління якістю ISO 9001:2018, що регламентує всі етапи виробничого циклу і процедури, пов'язані з виготовленням і постачанням продукції. Впровадження цієї міжнародної сертифікації сприяє підвищенню ефективності виробництва та забезпеченню високої якості продукції, що є важливим фактором конкурентоспроможності підприємства на ринку [45].

Основний вид економічної діяльності ТОВ «Терновський хлібзавод»

включає виробництво хліба та хлібобулочних виробів, що належать до групи 10.7 за класифікацією видів економічної діяльності. Завод випускає різноманітні хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби, задовольняючи попит не лише в області, а й за її межами [44].

ТОВ «Терновський хлібзавод» пропонує різноманітний асортимент хлібобулочних виробів, включаючи: хліб подовий Східний, батон Східний, хліб з висівками, хліб Селянський, Плетений, Сімейний нарізний, багет Східний, сайка, булочка Маківка та булочка з кунжутом. Виробництво проводиться згідно з ДСТУ або ТУ, які визначають стандарти якості, аналізу, транспортування та зберігання продукції.

Потужності підприємства дозволяють виробляти до 15 тонн продукції на добу, що забезпечують потреби місцевого ринку. Завод має належну інфраструктуру для забезпечення безперервного процесу виробництва: орендовані виробничі та складські приміщення займають площу 2240,9 м². Завдяки належному постачанню сировини та організації процесу доставки готової продукції за допомогою найманого автотранспорту, підприємство гарантує стабільність поставок продукції в реалізаційну мережу.

Згідно з фінансовими результатами 2023 року, чистий прибуток ТОВ «Терновський хлібзавод» склав 152,54 тисячі гривень, а дохід від реалізації – 24428,80 тисячі гривень. Це свідчить про прибутковість виробництва продукції на підприємстві, навіть в умовах складного економічного середовища [44, 45].

Товариство з обмеженою відповідальністю «Терновський хлібзавод» займає важливе місце в економічному житті Миколаївської області, активно сприяючи зміцненню та розвитку харчової промисловості регіону. Завод не лише забезпечує населення якісною продукцією, але й активно підтримує соціальну відповідальність, що позитивно впливає на стабільність регіональної економіки. Впровадження міжнародних стандартів якості та ефективна організація виробництва дозволяють підприємству залишатися конкурентоспроможним і перспективним гравцем на ринку.

2.2. Методики виконання роботи

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження можливості розширення асортименту виробництва пшеничного хліба шляхом введення в його склад гарбузового та лляного насіння, а також їх шроту, що дозволить підвищити харчову цінність продукції та поліпшити її органолептичні показники в умовах ТОВ «Терновський хлібозавод».

Для досягнення зазначеної мети були сформульовані такі основні завдання:

1. Проаналізувати вплив гарбузового та лляного насіння на якість пшеничного хліба.
2. Дослідити вплив введення гарбузового та лляного насіння та порошкоподібного шроту на технологічні та органолептичні характеристики готової продукції, зокрема на смак, аромат, та текстуру.
3. Провести розрахунок рецептур готової продукції, визначити її харчову та біологічну цінність.
4. Розробити технологічні схеми виробництва пшеничного хліба з додаванням насіння та шроту.
5. Описати технологічний процес виготовлення пшеничного хліба з використанням гарбузового та лляного насіння, а також їх шроту.
6. Проаналізувати можливі небезпечні фактори, що можуть виникати під час виробничого процесу, та розробити рекомендації для їх мінімізації.
7. Провести економічні розрахунки для визначення економічної доцільності впровадження нової продукції в асортимент підприємства.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів із насінням та шротом, які мають вплив як на якість кінцевого продукту, так і на здоров'я людини. Це хліб з пшеничного борошна вищого сорту, з додаванням цільозернового гарбузового та лляного насіння, а також порошкоподібного шроту цих насіння в кількості 5 %, 10 % і 15 % на 100 г борошна.

Після визначення об'єкта дослідження робота була організована у кілька етапів:

I етап – вивчення наукових джерел, що стосуються вдосконалення якості хлібобулочних виробів та новітніх технологій у цій галузі;

II етап – постановка мети та завдань дослідження, пов'язаних з процесом виробництва хліба з додаванням насіння та шроту;

III етап – розробка рецептур і технологічних процесів при виробництві досліджуваних хлібобулочних виробів;

IV етап – оцінка органолептичних та фізико-хімічних властивостей зразків з різними дозуванням інгредієнтів;

V етап – аналіз результатів, формулювання висновків і пропозицій.

Середньозважена вологість сировини у відсотках розраховується за формулою [13]:

$$W_{\text{сир}} = \frac{(G_6 \times W_6 + G_{\text{др}} \times W_{\text{др}} + G_c \times W_c + G_{\text{ц}} \times W_{\text{ц}} + G_{\text{гар}} \times W_{\text{гар}} + G_{\text{льон}} \times W_{\text{льон}})}{G_6 + G_{\text{др}} + G_c + G_{\text{ц}} + G_{\text{гар}} + G_{\text{льон}}} \quad (1)$$

де G_6 – маса борошна, кг;

W_6 – масова частка води у борошні, %;

$G_{\text{др}}$ – маса дріжджів, кг;

$W_{\text{др}}$ – масова частка води в дріжджах, %;

G_c – маса солі кухонної, кг;

W_c – масова частка води в солі кухонній, %;

$G_{\text{ц}}$ – маса цукру, кг;

$W_{\text{ц}}$ – масова частка води в цукрі, %;

$G_{\text{гар}}$ – маса гарбузового насіння, кг;

$W_{\text{гар}}$ – масова частка води гарбузового насіння, %;

$G_{\text{льон}}$ – маса насіння льону, кг;

$W_{\text{льон}}$ – масова частка води насіння льону, %.

Витрати борошна на замішування тіста розраховують за формулою [11, 12]:

$$B_6 = \frac{g_6 \times (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (2)$$

Витрати борошна від замішування до випікання розраховують за формулою:

$$B_T = \frac{g_T \times (100 - W_{cp})}{100 - W_T} \quad (3)$$

де g_T – маса втрати борошна і тіста, кг на 100 кг борошна;

W_{cp} – середньозважена вологість у відходах, % [12, 13].

За формулами розраховуємо затрати при:

– бродінні:

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} \times 0,95 \times (G_{сир} - g_{обр}) \times (100 - W_{cp})}{1,96 \times 100 \times (100 - W_T)} \quad (4)$$

де $C_{сух}$ – затрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста;

0,95 – коефіцієнт перерахунку кількості спирту на еквівалентну кількість діоксину вуглецю;

$G_{сир}$ – маса сировини у тісті з 100 кг борошна, кг;

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

$W_{сир}$ – середньозволожена масова частка у сировині, %;

1,96 – коефіцієнт перерахунку кількості спирту на цукор, витрачений на бродіння і утворення даної кількості спирту;

W_T – масова частка води у тісті, % [11].

– оброблені тіста:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} \times (W_T - W_6)}{100 - W_T} \quad (5)$$

– при упіканні:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} \times [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (6)$$

– при укладанні:

$$Z_{ук} = \frac{g_{укл} \times [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})]}{100} \quad (7)$$

Витрати при усиханні розраховують за формулою [11]:

$$Z_{ус} = \frac{g_{ус} \times [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп} + Z_{ук})]}{100} \quad (8)$$

За формулами розраховують витрати від:

– неточності маси штучних виробів [11]:

$$B_{\text{шт}} = \frac{g_{\text{шт}} \times [G_T - (B_6 + B_T + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{ук}} + 3_{\text{ус}})]}{100} \quad (9)$$

– крихт і лому [11]:

$$B_{\text{кр}} = \frac{g_{\text{кр}} \times [G_T - (B_6 + B_T + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{ук}} + 3_{\text{ус}} + B_{\text{шт}})]}{100} \quad (10)$$

– при переробленні браку [11]:

$$B_{\text{бр}} = \frac{g_{\text{бр}} \times [G_T - (B_6 + B_T + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{ук}} + 3_{\text{ус}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{кр}})]}{100} \quad (11)$$

Вихід готового виробу розраховують за формулою:

$$B_{\text{хл}} = G_T - (B_6 + B_T + 3_{\text{бр}} + 3_{\text{обр}} + 3_{\text{уп}} + 3_{\text{укл}} + 3_{\text{ус}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{бр}})$$

де B_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

B_T – втрати борошна та тіста від початку замішування до посадки тістових заготовок у піч;

$3_{\text{бр}}$ – затрати при бродінні напівфабрикатів;

$3_{\text{обр}}$ – затрати при обробленні тіста;

$3_{\text{уп}}$ – затрати при випіканні (упікання);

$3_{\text{укл}}$ – зменшення маси хліба при транспортуванні його від печі та при укладанні на вагонетки або у контейнери;

$3_{\text{ус}}$ – затрати при зберіганні хліба (усихання);

$B_{\text{кр}}$ – втрати хліба у вигляді крихти або лому;

$B_{\text{бр}}$ – втрати від переробки браку;

$B_{\text{шт}}$ – втрати від неточності маси хліба при приготуванні штучних виробів [11].

Кваліфікаційна робота була розроблена згідно з вимогами методичних рекомендацій для підготовки дипломних робіт здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» спеціальності 181 – «Харчові технології» денною формою навчання [40].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування отриманих результатів

3.1.1. Використання рослинних компонентів при виробництві хлібобулочних виробів

На сьогоднішній день білково-олійні культури та продукти їх перероблення набувають дедалі більшого значення у харчуванні завдяки своїм корисним властивостям. Вони є багатим джерелом повноцінного білка, ненасичених жирних кислот, вітамінів і мінералів, а також інших біологічно активних речовин. Шроти з олійних культур, таких як соя, соняшник, льон, розторопша і амарант, активно використовуються для збагачення хлібобулочних виробів. Вони значно підвищують вміст білка, харчових волокон і жирів, а також збагачують продукти необхідними мікроелементами. У порівнянні з пшеничним борошном, шроти містять значно більше білка у 3-5 разів, волокон та жирів у 10-20 разів більше, що робить їх корисними для поліпшення харчової цінності продуктів.

Насіння льону є цінним джерелом біологічно активних сполук, характеризуючись високим вмістом поживних речовин: білків (18-20 %), ліпідів (29-43 %), вуглеводів (20-22 %) та мінеральних речовин у вигляді золи (3,3-5 %). Особливу увагу привертає наявність слизистих сполук, які становлять близько 12 % і проявляють виражені обволікаючі та протизапальні властивості. Насіння льону може бути використане в хлібопекарській промисловості як у подрібненому вигляді, так і в цілому.

Ляне насіння є одним з найбагатших природних джерел незамінних поліненасичених жирних кислот, таких як Омега-3, Омега-6 та Омега-9. Окрім цього, насіння льону містить вітаміни групи В (В2, В3, В4, В5, В6, В9), а також

вітаміни D, E, токоферолі та бета-каротин. Серед корисних мінералів, що входять до його складу, можна виділити калій, кальцій, магній, залізо, марганець, хром, мідь, селен, алюміній, йод, бром і цинк. Насіння льону також є відмінним джерелом харчових волокон, які становлять 30-42 % його складу, зокрема близько 7 % клітковини. Ці волокна важливі для підтримки здоров'я травної системи та мають властивості очищення організму.

Насіння льону є одним з найбагатших джерел лігнінів, які допомагають нейтралізувати канцерогени та пригнічують розвиток пухлинних клітин. Лігнани, що містяться в цьому насінні, володіють вираженими антиоксидантними властивостями. З цієї причини їх рекомендують для підтримки при лікуванні атеросклерозу та коронарної недостатності серця.

Насіння гарбуза є багатим джерелом корисних біологічно активних сполук. В його складі знаходиться значна кількість жирів (40-55 %), білків (близько 35 %), ефірних олій, а також рідкісної амінокислоти кукурбітину (до 0,5 %). Крім того, воно містить фітостерини, органічні кислоти (наприклад, яблучну та саліцилову), вітаміни, серед яких каротин, каротиноїди, аскорбінову кислоту та вітаміни групи B (PP, B1, B2) до 0,2%. Насіння є цінним джерелом мінералів, таких як калій, залізо, кобальт, мідь, сірка, цинк і фосфор, які важливі для нормалізації кровотворення і ліпідного обміну. В ньому також є білки з оптимальним амінокислотним складом, водорозчинні вітаміни та клітковина.

Гарбузове насіння містить значні кількості лігніну, пектинів, протопектинів, фосфоліпідів, флавоноїдів та вітамінів. Плоди гарбуза містять 2,5-16 % крохмалю, що під час зберігання перетворюється на розчинні цукри. Крім того, клітковина в гарбузі становить близько 1,2 %, пектину 0,7-1,2 %, а органічних кислот – 0,1 %.

Насіння гарбуза складається з 3,5 % клітковини, 0,5-1,5 % жирів і 30-40 % білків. Він також містить вітаміни E, C, B1, B2, PP, а також макро- і мікроелементи, такі як калій, кальцій, фосфор, мідь, залізо, магній та натрій. Регулярне споживання гарбузового насіння допомагає захистити слизові

оболонки організму від механічних і хімічних пошкоджень, патогенної мікрофлори та запобігає розвитку гнилісних процесів. Крім того, цей продукт сприяє зниженню рівня цукру в крові.

Насіння має потужні бактерицидні, протизапальні, протиалергійні та протипухлинні властивості. Важливим компонентом є амінокислота аргінін, що сприяє нарощуванню м'язової маси, завдяки чому гарбузове борошно стало популярним серед спортсменів. Недостатність аргініну в організмі може призвести до розвитку гіпертонії, нервових і психічних порушень, погіршення пам'яті, зниження імунітету, ожиріння, цукрового діабету та жирової дистрофії печінки. Вживання гарбузового борошна допомагає компенсувати дефіцит цієї амінокислоти. Крім аргініну, гарбузове насіння містить також комплекс інших амінокислот, таких як валін, глютамін, фенілаланін і гліцин, які мають позитивний вплив на нервову систему, покращують настрій і підвищують працездатність.

Клітковина з насіння гарбуза сприяє нормалізації роботи травної системи та зниженню маси тіла. Вона використовується в дієтичному харчуванні як додаткове джерело харчових волокон, які допомагають виводити токсини з організму. Такий продукт може бути корисним у раціонах, розроблених лікарем, для підтримки здоров'я, адже він є джерелом біофлавоноїдів, клітковини, білків, мінералів і вітамінів.

3.1.2. Вплив рослинних компонентів на якість хліба

Додавання рослинних компонентів, зокрема гарбузового та лляного насіння або їх шроту, до складу пшеничного хліба є перспективним напрямом у пекарській промисловості. Це дозволяє не лише поліпшити харчову цінність продукту, а й змінити його фізико-хімічні, наведені у таблиці 1, органолептичні властивості, які наведені у таблиці 2.

Рослинні компоненти, завдяки своїм унікальним властивостям, можуть значно впливати на текстуру, смак, аромат і термін зберігання хліба. Дане

дослідження має на меті розкрити зміни, які відбуваються в процесі виготовлення пшеничного хліба при додаванні гарбузового та лляного насіння, а також шроту, у порівнянні з традиційним рецептом.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості тіста

Параметр	Зразки				
	контроль	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4
Пористість, %	68,5	62,3	59,8	57,1	54,3
Кислотність, рН	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2
Підйомна здатність, см	3,0	3,2	2,9	2,7	2,5
Текстура, оцінка	5,0	5,3	5,1	5,0	4,8
Вологість тіста, %	58,0	59,2	60,0	60,8	61,5

Зниження пористості, кислотності, підйомної здатності та текстури хліба з додаванням насіння та шроту можна пояснити кількома фізико-хімічними процесами: пористість – зниження пористості в хлібі з додаванням насіння та шроту пояснюється більшою щільністю тесту через високий вміст клітковини, що обмежує утворення бульбашок газу і, відповідно, об'єм продукту; кислотність (рН) – знижується з підвищенням вмісту шроту, оскільки клітковина може впливати на процеси ферментації, стабілізуючи рН на більш низькому рівні; підйомна здатність – зменшується з додаванням шроту, оскільки клітковина в шроті обмежує утворення газів, необхідних для підйому тіста; текстура хліба – покращується при додаванні насіння, особливо на стадії випікання, але з підвищенням концентрації шроту хліб стає щільнішим; вологість тіста збільшується при додаванні насіння, оскільки вони мають високу здатність утримувати воду, що позитивно впливає на збереження вологи в готовому хлібі.

Таблиця 2

Органолептичні властивості хліба

Параметри	Дослід				
	контроль	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4
Колір скоринки	світла	золотисто-коричнева, з невеликими зеленими краплями	золотисто-коричнева	темна, з коричневим відтінком	дуже темна, з зеленуватим відтінком
Аромат	нейтральний	горіховий, злегка пряний	легкий трав'яний, з ароматом олії	трав'яний, з нотками олій, горіховий	насичений, з вираженим горіховим відтінком
Смак	традиційний, нейтральний	легкий гарбузово-горіховий смак, з нотками льону	підсмажений, з легкою гіркотою	більш насичений, з помірно гірким смаком	яскраво виражений смак гарбуза та льону, з помітними горіховими нотками
Колір м'якушки	світлий	світло-кремовий з зеленуватими краплями	більш насичений, злегка оранжевий	темніша, з оранжево-коричневими відтінками	темно-оранжевий, з коричневими відтінками

Зміни в характеристиках хліба з додаванням насіння та шроту можна пояснити кількома факторами, які впливають на його зовнішній вигляд, запах, смак і текстуру. Колір м'якушки хліба змінюється в залежності від вмісту насіння та шроту. У хлібі з додаванням гарбузового та лляного насіння колір стає більш насиченим, з оранжевими чи зеленими відтінками, завдяки

натуральним барвникам насіння. Колір скоринки хліба змінюється відповідно до вмісту насіння та шроту. У хлібі з високим вмістом шроту скоринка набуває темнішого відтінку з вираженими вкрапленнями через часточки насіння та шроту, що створюють текстурну нерівномірність. Аромат хліба з насінням та шротом має виражену рослинну складову з нотками горіхів і специфічним запахом гарбуза та льону, що посилюється зі збільшенням вмісту шроту. Хліб з 15 % шроту має найбільш насичений аромат. Смак хліба змінюється залежно від кількості насіння та шроту. Хліб з меншим вмістом шроту 5 % має легкий горіхово-гарбузовий смак, в той час як хліб з 15 % шроту виявляє виражений смак гарбуза і льону, що робить його більш насиченим. Текстура хліба змінюється при підвищенні вмісту шроту: хліб стає щільнішим і менш пористим. Хліб з шротом має більш грубу текстуру через часточки насіння та шроту, які знижують пористість і роблять структуру хліба неоднорідною. Візуальні характеристики хліба з шротом відзначаються нерівномірною структурою, на зрізі чітко видні часточки шроту та насіння, що є результатом неоднорідного розподілу цих інгредієнтів у тісті.

Горіховий запах і смак хліба, що містить гарбузове та лляне насіння, виникають завдяки кільком факторам. По-перше, насіння багате на ненасичені жирні кислоти (омега-3, омега-6), які при випіканні вивільняються і надають хлібу горіховий аромат. По-друге, термічна обробка активує олії в насінні, що призводить до утворення нових ароматичних сполук, посилюючи горіховий відтінок аромату. Крім того, природні сполуки в насінні, зокрема фітонциди та флавоноїди, додають трав'яні або горіхові нотки. Взаємодія з іншими інгредієнтами, такими як цукор і дріжджі, може підсилювати цей аромат, особливо при високому вмісті насіння.

Крім того, під час ферментації дріжджі та бактерії розщеплюють цукри, що може посилювати горіхові відтінки. Амінокислоти та білки в насінні можуть утворювати з'єднання, що надають хлібу горіховий смак. Завдяки вмісту клітковини в насінні під час бродіння утворюються смакові відтінки, які доповнюють горіховий смак

Додавання рослинних компонентів, таких як гарбузове та лляне насіння або їх шрот, до складу пшеничного хліба є ефективним способом покращення його харчової цінності та змінення фізико-хімічних і органолептичних властивостей. Як показали результати дослідження, це впливає на такі характеристики, як пористість, кислотність, підйомна здатність, текстура та вологість тесту, а також на органолептичні показники, зокрема на аромат, смак, колір і текстуру хліба.

Водночас, збільшення вмісту шроту призводить до зменшення пористості, кислотності та підйомної здатності тесту, а також змінює структуру хліба, роблячи його більш щільним і менш пористим. Органолептичні властивості, такі як смак і аромат, також змінюються, зокрема, хліб набуває більш вираженого горіхового та трав'яного відтінку, що стає інтенсивнішим при більшій концентрації шроту.

Отже, використання гарбузового та лляного насіння чи їх шроту в пшеничному хлібі не лише підвищує його харчову цінність, але й дозволяє отримати продукт з новими смаковими, ароматичними та текстурними властивостями. Це відкриває нові перспективи для виробництва хлібобулочних виробів, що відповідають різноманітним споживчим уподобанням і потребам.

3.2. Розрахунки рецептур готової продукції, харчової та біологічної цінності

Розроблено пшеничний хліб контрольного зразка та дослідних варіантів із додаванням насіння льону і гарбуза або їх шротів. У таблиці 3 наведено кількісне співвідношення основних компонентів, включаючи пшеничне борошно, дріжджову суспензію, питну воду, сольовий і цукровий розчини, опару, а також сумарну масу тіста до і після випікання. Крім того, представлені розрахунки втрат маси під час термічної обробки, що дозволяє оцінити вплив модифікації рецептури на технологічну стабільність продукту. Дослідні

варіанти включають введення цілих насіння (дослід 1) та шротів у кількості 5 %, 10 % і 15 % від маси борошна (досліди 2-4), що забезпечує можливість комплексного порівняльного аналізу ефекту рослинних добавок на масу тіста та готового виробу, а також на технологічні параметри процесу випікання.

Таблиця 3

Склад сировини та технологічні показники пшеничного хліба з додаванням насіння та шротів льону і гарбуза

Сировина	Дослідний зразок				
	контроль	дослід 1	дослід 2	дослід 3	дослід 4
Борошно пшеничне вищого гатунку	100	100	95	90	85
Дріжджова суспензія	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Сольовий розчин	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Цукровий розчин	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Вода питна	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
Насіння гарбуза	—	4,0	2,5	5,0	7,5
Насіння льону	—	7,0	2,5	5,0	7,5
Опара	88,1	88,1	88,1	88,1	88,1
Соняшникова олія	7,5	—	—	—	—
Маса до випікання	172,7	176,2	176,3	176,3	176,3
Маса після випікання	148,5	151,41	151,6	151,6	151,6
Втрати під час випікання, %	14,0	14,7	14,0	14,0	14,0

Зміни рецептури пшеничного хліба шляхом додавання насіння льону та гарбуза або їх шротів призводять до суттєвого коригування складу сировини

та маси. Порівняно з контролем, введення цілих насіння (дослід 1) збільшило загальну масу сировини до випікання з 172,7 до 176,2 г, що обумовлено додатковими компонентами з високою поживною щільністю. У дослідях зі шротом гарбузового та льонового насіння (дослід 2-4) спостерігається відповідне зменшення частки пшеничного борошна пропорційно до введеної кількості шроту, що дозволяє зберегти сумарну масу сировини приблизно на рівні 176,3 г. Масові втрати під час випікання залишаються стабільними та складають близько 14 %, що свідчить про однакові фізико-хімічні процеси випаровування вологи та стабільність структури тіста при різній рецептурі.

У таблиці 4 наведено білково-жировий склад, вміст вуглеводів та калорійність пшеничного хліба контрольного та дослідних варіантів із додаванням насіння льону і гарбуза або їх шротів. Дані дозволяють оцінити вплив модифікації рецептури на харчову цінність готового продукту.

Таблиця 4

Харчова та біологічна цінність

Показник	Контроль	Дослід 1 (ціле насіння)	Дослід 2 (5 % шрот)	Дослід 3 (10 % шрот)	Дослід 4 (15 % шрот)
Білки, г	7,9	9,0	9,8	10,7	11,6
Жири, г	1,0	3,5	4,2	5,0	5,9
Вуглеводи, г	49,0	46,0	44,8	43,0	41,5
Калорійність, ккал	245	265	272	283	294

Показники білків, жирів, вуглеводів та калорійності свідчать про суттєве підвищення харчової цінності пшеничного хліба при введенні насіння льону, гарбуза або їх шротів. У порівнянні з контролем, вміст білка зростає від 7,9 до 11,6 г/100 г у досліді 4, що обумовлено високим вмістом білка у шротах та насінні. Одночасно спостерігається значне збільшення жирової складової від 1,0 до 5,9 г/100 г, що зумовлює підвищення енергетичної цінності продукту з

245 до 294 ккал/100 г. Вміст вуглеводів поступово зменшується від 49,0 до 41,5 г/100 г, що пояснюється частковою заміною пшеничного борошна білково-жировими компонентами. Отримані дані демонструють, що введення насіння та шротів льону й гарбуза підвищує біологічну цінність хліба, збільшує вміст білка та корисних жирів, одночасно зменшуючи частку вуглеводів, що може бути важливим з погляду формування збалансованого харчування. Найбільш оптимальним співвідношення є введення 5-10 % шроту, оскільки ці варіанти значно підвищують поживну цінність, не створюючи надмірної калорійності продукту.

3.3. Технологічні схеми виробництва продукції

Технологічні схеми виступають невід'ємною частиною процесу виробництва продукції в різних галузях промисловості, оскільки вони регламентують послідовність операцій і етапів, необхідних для отримання кінцевого продукту. Значення цих схем є фундаментальним для структуризації виробничих процесів, адже саме від їхньої точності та ефективності залежить рівень якості готової продукції, зокрема у сфері харчової промисловості.

Виробництво пшеничного хліба контрольного зразку наведена на рис.1. На схемі детально описані всі стадії технологічних процесів виробництва. Відповідно до рецептури, перш за все, готують сировину, далі замішують тісто і формують випічку. Після формування, виготовлені продукти охолоджуються, упаковуються й відправляються на зберігання з урахуванням вказаних режимів.

Підготовка сировини починається з просіювання борошна для видалення домішок. У цей час воно також насичується киснем, необхідним дріжджам для бродіння.

Вода постачається на підприємство через водопровідну систему, після чого проходить очищення за допомогою спеціалізованих фільтрів. Її якість

відповідає чинним стандартам, зазначеним у нормативно-технічних документах.

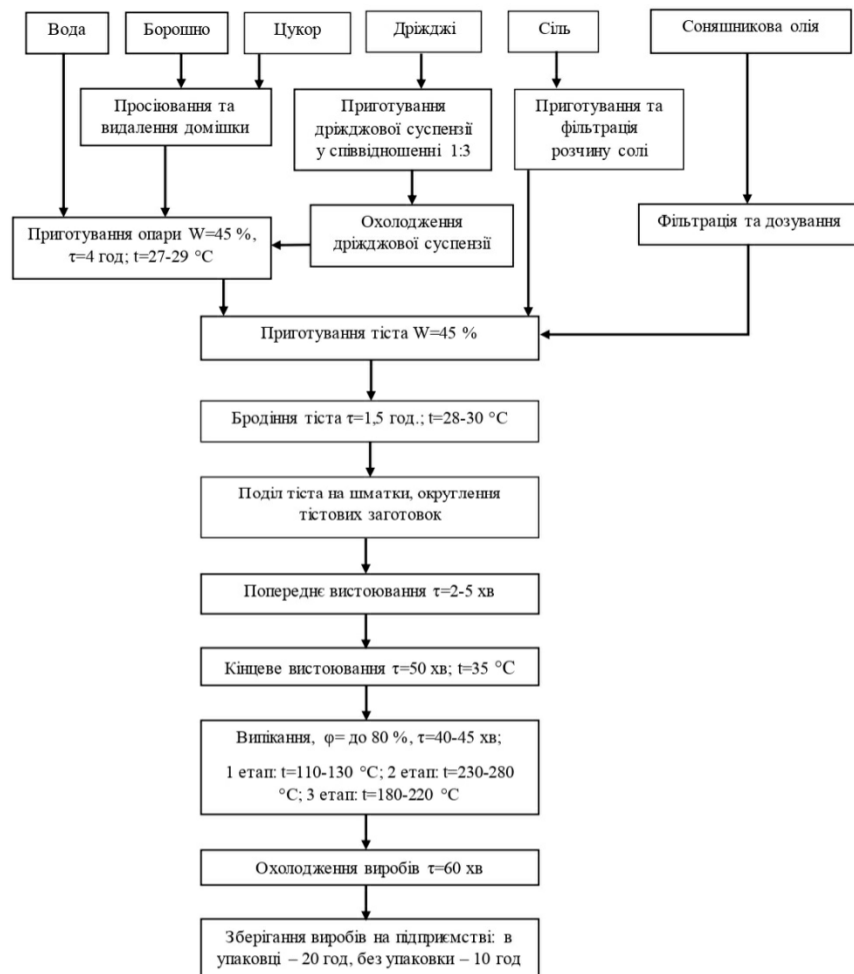


Рис. 1. Технологічна схема виробництва пшеничного хліба контрольного зразка

Соняшкову олію фільтрують для видалення домішок, потім дозують і додають до тіста, покращуючи його еластичність і зволоження.

Дріжджі зазвичай готують як суспензію, змішуючи 1 частину дріжджів із 3 частинами води при температурі 26-28 °C. Після цього суміш проціджують через сито з отворами 2,5 мм і охолоджують.

Сіль покращує текстуру, еластичність, ферментацію тіста та смак готового виробу. Для рівномірного розподілу її розчиняють у воді, фільтруючи розчин для очищення від домішок.

Цукор покращує смак, аромат і текстуру продуктів. Його просіюють

перед використанням, щоб видалити сторонні частинки або домішки, які можуть знизити якість.

Виробництво дослідного зразка з цільнозерновим гарбузовим та лляним насінням наведено на рис. 2.

Насіння льону та гарбуза проходять процес просіювання та очищення від домішок, після чого їх додають до тіста у визначених пропорціях. Важливо зазначити, що для використання цих компонентів у досліджуваних зразках номер 2, 3, 4 обов'язковим є процес подрібнення.

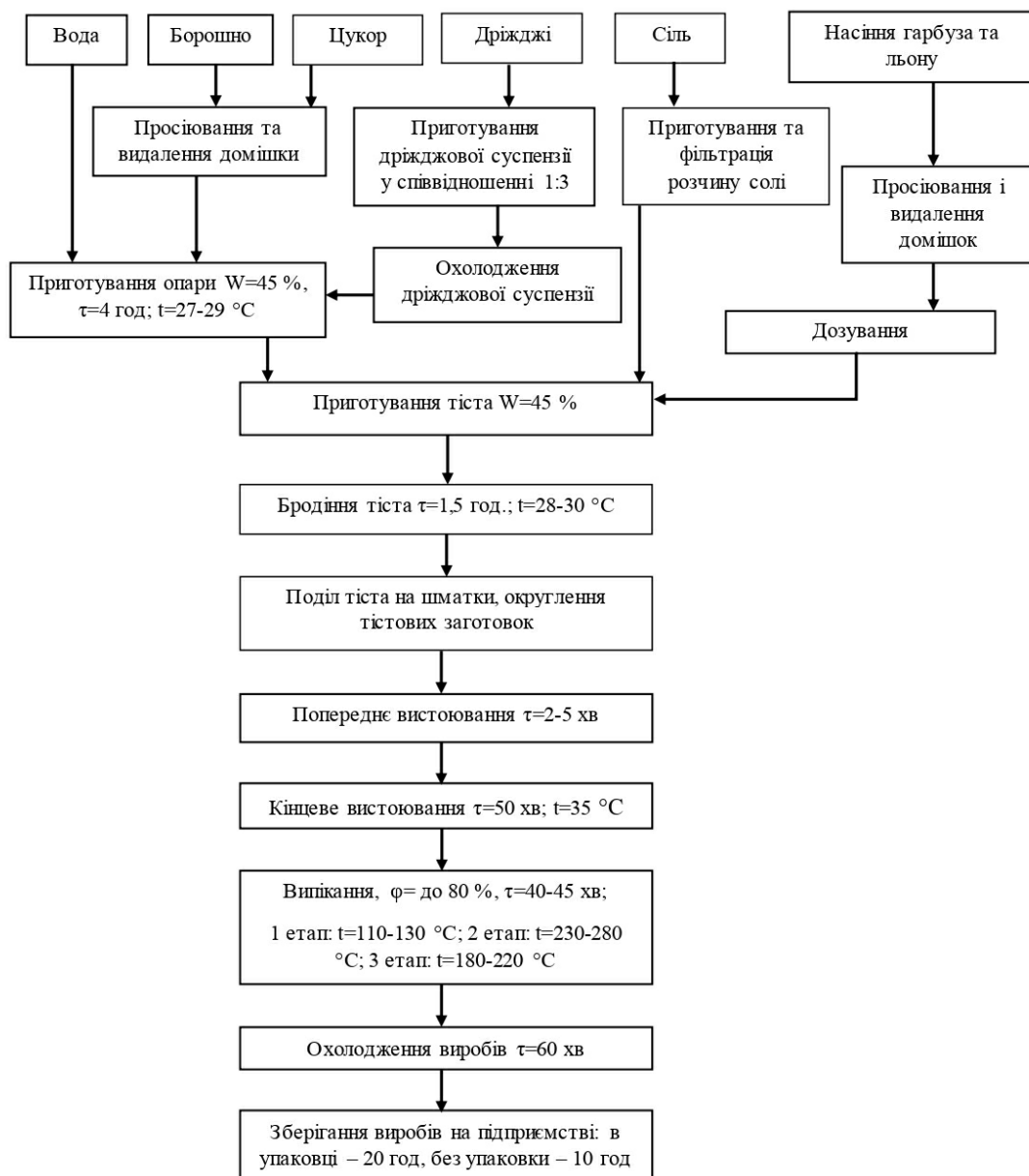


Рис. 2. Технологічна схема виробництва досліджуваного зразка з цільнозерновим гарбузовим та лляним насінням

Схема виробництва дослідного пшеничного хліба з додаванням подрібненого гарбузового і лляного насіння (порошкоподібний) наведено на рис. 3.

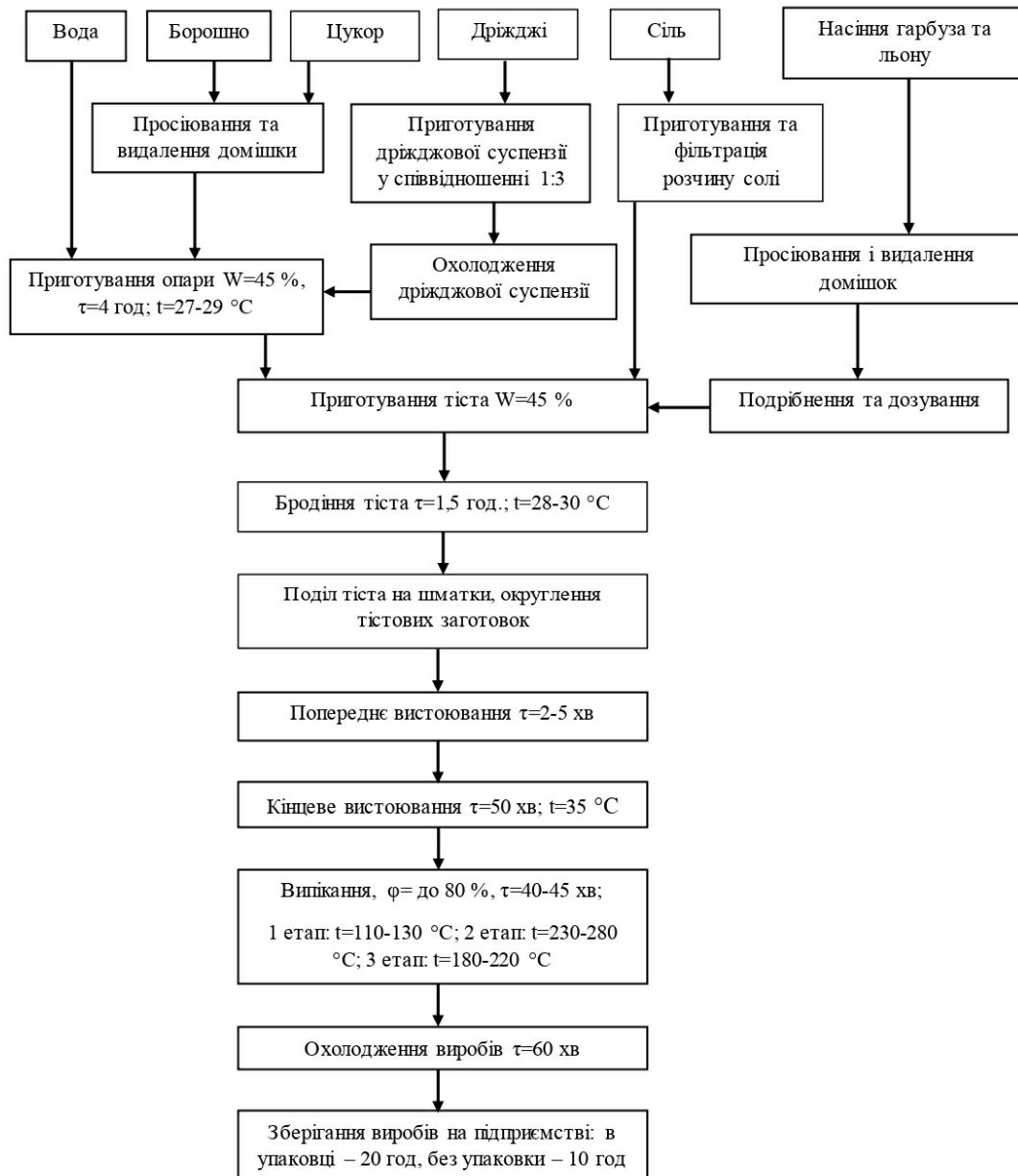


Рис. 3. Технологічна схема виробництва дослідного пшеничного хліба з додаванням подрібненого гарбузового і лляного насіння

Приготування опари. Опара виготовляється з таких інгредієнтів: борошно (40-55 % від загальної маси), охолоджена дріжджова суспензія, підготовлена вода. Замішування триває до отримання однорідної маси; опару залишають бродити на 3-4 години, готовність можна визначити за

збільшенням обсягу вдвічі та за органолептичними показниками.

Приготування тіста включає кілька етапів: спочатку змішують сировину до однорідності. Далі тісто бродить 1-1,5 години при 28-30 °C (опарний метод), хоча тривалість може змінюватися. Під час бродіння дріжджі взаємодіють із цукром, спричиняючи спиртове бродіння. У процесі накопичуються речовини, які впливають на смакові властивості продукту. Додаткові компоненти додають під час замішування для рівномірного розподілу, що покращує якість і вихід продукції.

Обробка тіста включає поділ на порції, округлення та вистоювання. Поділ забезпечує рівномірну масу заготовок, округлення надає форму й утримує вуглекислий газ. Попереднє вистоювання триває 2-5 хвилин, остаточне – при 185-220 °C протягом 40-50 хвилин. У процесі бродіння заготовки збільшуються в об'ємі, формуються та стають гладкими.

Випікання хліба завершує процес виробництва, перетворюючи заготовку на готовий продукт із заданими формою, розмірами та структурою. Етап поділяється на три фази. Перша фаза триває 2-3 хвилини. Заготовки обробляють паром з вологістю до 80 %, при тиску 20-50 кПа і температурі 110-130 °C. За цей час вони збільшуються в об'ємі, а поверхня насичується вологою, щоб уникнути пересихання. У другій фазі, при температурі 250-280 °C і зниженій вологості, формується скоринка хліба, а також остаточно визначаються його форма й об'єм. На третій фазі температура знижується до 180-220 °C, що займає близько 70 % часу випікання. Готовність перевіряється органолептично або шляхом вимірювання температури м'якушки, яка має досягати 95-97 °C для повного пропікання та високої якості хліба.

Після випікання хлібобулочні вироби охолоджуються протягом 60 хвилин. Для їх подальшого зберігання застосовуються два варіанти: в упаковці – до 20 годин, або без упаковки – до 10 годин. Завдяки оптимізації технологічного процесу забезпечується висока якість продукції, стабільність органолептичних характеристик та можливість тривалого зберігання виробів.

3.4. Опис технології виробництва продукції

Технологія поетапного виготовлення пшеничного хліба з додаванням гарбузового та лляного насіння методом опарного приготування детально представлена на апаратурній схемі виробництва, що зображена на рисунку. 4.

Початкові етапи виробництва хлібобулочних виробів здійснюються за допомогою спеціалізованих комплексів обладнання, що призначені для зберігання, транспортування та підготовки сировини до подальшої переробки. Головний комплекс виробничої лінії складається з таких основних елементів: устаткування для дозування та змішування сировини, пристроїв для поділу тіста, дозаторів рідких інгредієнтів, машини для замісу тіста та машини для поділу й посадки тіста.

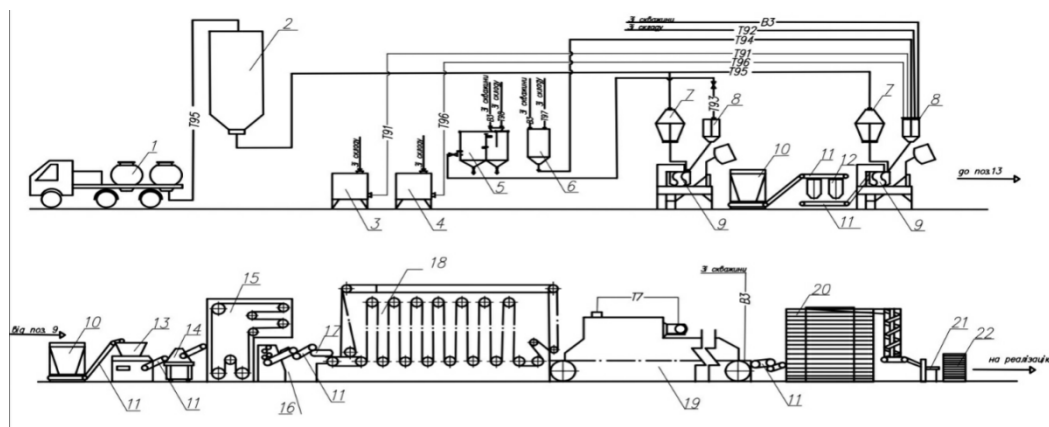


Рис. 4. Апаратурно-технологічна схема виробництва пшеничного хліба з гарбузовим та лляним насінням

Наступний етап включає в себе обладнання для попереднього та остаточного вистоювання тіста, а також для його випікання. Завершальна частина лінії передбачає обладнання для охолодження та зберігання готових виробів. Борошно, подане з машини (поз. 1), направляється в силос для зберігання (поз. 2), звідки через трубопровід T95 потрапляє в дозатор борошна (поз. 7) і дозується у машину для замісу тіста (поз. 9) для приготування опари. У процес приготування також додається дріжджова суспензія (поз. 5). Готова опара направляється через порційну воронку (поз. 10) до воронки для

дозрівання (поз. 12), де проходить процес бродіння.

За допомогою транспортера (поз. 11) опара подається в тістомісильну машину (поз. 9), де разом із другою порцією борошна з дозатора (поз. 7) готується тісто. Далі, через дозатор рідких компонентів (поз. 8), подається сольовий розчин, а також цукровий розчин по трубопроводах Т92 та В3, і вода. Додатково через трубопроводи Т91 та Т96 подаються насіння льону та гарбузове насіння з відповідних ємностей для зберігання (поз. 3, 4) для дослідного зразка номер 1. А для дослідних зразків номер 2, 3, 4 перед додаванням насіння до тіста, необхідний процес подрібнення насіння на відповідному обладнанні.

У тістомісильній машині (поз. 9) готується кінцеве тісто, яке потім через порційну воронку (поз. 10) подається на подільник (поз. 13) за допомогою транспортера (поз. 11). Далі, шматки тіста подаються до тістоокруглювача (поз. 14), після чого округлені заготовки транспортуються в шафу для попереднього вистоювання (поз. 15). Після цього заготовки направляються до тістозакатувальної машини (поз. 16) для формування.

Готові заготовки подаються в машину для посадки тістових виробів (поз. 17) і потрапляють до шафи для остаточного вистоювання (поз. 18). По завершенню процесу вистоювання, заготовки прямують у тунельну піч (поз. 19). Після випікання готовий хліб охолоджується в кулері (поз. 20), після чого надходить на машину для пакування (поз. 21) і до вагонетки (поз. 22) для подальшої реалізації.

3.5. Вимоги до якості сировини та готової продукції

Контроль якості основної та додаткової сировини наведено у таблиці 5. Необхідно щоб якість сировини відповідала вимогам діючої на неї нормативно-технічної документації та «Медико-біологічним і санітарним нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів», затверджених 01.08.89 №58061 за показниками безпеки.

Таблиця 5

Контроль якості основної та допоміжної сировини

Назва сировини	Параметри
1	2
Пшеничне борошно вищого гатунку ДСТУ 46.004-2007	колір, запах – білий або з жовтуватим відтінком колір, запах властивий борошняному, смак – не кислий, не гіркий, не повинно відчуватися хрускоту; вологість та зольність – не більше 0,75 %, не більше 15 %; якість та кількість клейковини – не менше 25,0 не нижче 2-ї групи; число падіння – не менше 160; білість – 36,0-53,0; металомагнітні домішки – не більше 3 мг в 1 кг борошна; забрудненість і зараженість шкідниками – не допускається
Пресовані дріжджі ДСТУ 4812:2007	колір, запах – рівномірний сіруватий колір з жовтуватим відтінком, прісний запах, властивий дріжджам смак, щільна консистенція; вологість – не більше 75 %; кислотність – 120 мг; стійкість дріжджів – не менше 60 год; підйомна сила – не більше 55 хв
Сіль кухонна харчова ДСТУ 3583:2015	колір, запах – білий колір з відтінками, з відсутністю запаху, кристалічний сипкий продукт, солоний на смак продукт, без сторонніх присмаків; наявність сторонніх домішок не допускається; масова частка води – не більше 0,25 %; крупність помолу – не менше 85 %
Насіння гарбуза ДСТУ 7160:2020	колір, запах – сірий з кремовим відтінком, без стороннього запаху, смак типовий для насіння, гладка поверхня та овальна форма; сторонні домішки – 1,0-2,0 %; вологість – 9,0-16,0 %; олійність – 47,4-54,6 %; ураженість шкідниками – не допускається

Продовж. табл. 5

1	2
Насіння льону ДСТУ 4967:2008	колір, запах – білий колір, без стороннього запаху, смак солодкуватий, гладка поверхня; сторонні домішки – 2,0 %; вологість – 9,0 %; олійність – 35 %, оліїста домішка – 4,0 %; ураженість шкідниками – не допускається
Цукор-пісок ДСТУ 4623:2023	колір, запах – білий, сипкий, без грудочок продукт, без запаху, солодкий на смак; масова частка сахарози – не менше 99,7 %; вологість – 2,0; чистота розчину – розчин цукру повинен бути прозорим
Вода ДСТУ 7525:2014	запах – 2,0 (за 5-бальною шкалою); колір – 20, не більше 35 (в градусах платино-кобальтової шкали); смак – 2,0 (за 5-бальною шкалою); водневий показник, рН – 6,5 – 8,6; альфа та бета- випромінювачі – не більше 0,1 Бк/л та 1,0 Бк/л

Вміст токсичних елементів в хлібобулочної продукції має відповідати вимогам, зазначених у таблиці 6.

Таблиця 6

Вимоги до якості хлібобулочної продукції за токсичними елементами

Елемент	Допустимий рівень, мг/кг, не більше ніж
Свинець	0,3
Ртуть	0,01
Цинк	25,0
Мідь	5,0
Кадмій	0,05
Миш'як	0,1
Зеаралеон	1,0
Афлатоксин В ₁	0,005
Дезоксиніваленол	0,5

Вимоги до якості готової продукції пшеничного хліба, що встановлюють основні критерії для оцінки органолептичних та фізико-хімічних властивостей, а також відповідність стандартам безпеки та зберігання згідно з ДСТУ 7517:2024 «Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови» наведені у таблиці 7 [18]. Для контролю якості готової продукції застосовуються такі методи: візуальна оцінка, органолептичні дослідження, гравіметричні вимірювання, лабораторний аналіз, ваговий контроль, мікробіологічний аналіз та перевірка відповідної документації.

Таблиця 7

Вимоги до якості готової продукції пшеничного хліба

Параметр	Нормативні вимоги
1	2
Відсутність дефектів форми	виріб має відповідати стандартам щодо рівномірності форми, без наявності тріщин, деформацій чи заломів
Колір скоринки	скоринка повинна мати рівномірний колір від світло-коричневого до золотистого, без темних плям або дефектів
Колір м'якушки	м'якушка повинна бути світло-кремового кольору, без візуальних дефектів або змін у кольорі
Органолептичні властивості	природний смак пшеничного хліба, без сторонніх запахів
Текстура м'якушки	м'якушка повинна бути пористою, з рівномірним розподілом пор, мати ніжну структуру без грубих волокон
Вологість м'якушки	вологість м'якушки повинна становити 44-46 %, що відповідає стандартам для збереження оптимальних смакових якостей
Масові частки сторонніх домішок	склад сторонніх домішок не повинен перевищувати 1-2 %, що відповідає вимогам санітарних норм

Продовж. табл. 7

1	2
Маса виробу	вага одиничного виробу повинна відповідати зазначеним нормам у технічних умовах виробництва
Мікробіологічна безпека	загальна кількість мікроорганізмів в готовому продукті не повинна перевищувати гігієнічні норми для хлібобулочних виробів
Термін зберігання	термін зберігання хліба не повинен перевищувати 2-3 дні при дотриманні умов зберігання, що забезпечують збереження якості
Упаковка та маркування	продукція повинна бути упакована відповідно до вимог нормативних документів, з чітким маркуванням та датою виготовлення

Дефекти хлібобулочних виробів для функціонального харчування зазначені у таблиці 8.

Таблиця 8

Дефекти хлібобулочних виробів функціонального призначення

Вид	Причина
1	2
Дефекти зовнішнього вигляду: неправильна форма; відсутність кірки, великі тріщини, темна кірка	неправильна тривалість бродіння, нерівномірне прогрівання тіста під час випікання; недостатнє розстоювання, надто висока температура або відсутність пари в печі
Дефекти м'якушки: непроміс; загартування (закалка) м'якушки; липкий м'якуш	порушення технології замішування тіста; розстоювання хлібних виробів на холодній поверхні або випікання напівфабрикатів у недостатньо прогрійтій печі; використання

1	2
	неякісного борошна, отриманого з пророщеного чи морозобійного зерна, а також недостатньому часі для повного випікання хліба та хлібобулочних виробів
Дефекти смаку та аромату: наявність хрускоту при розжованні; пліснявіння (зелена, чорна або сіра) картопляна хвороба; крейдяна хвороба	наявність сторонніх домішок; через високу вологість під час тривалого або неправильного зберігання хліба та хлібобулочних виробів; захворювання спричиняється бактеріями картопляної палички, що містяться у різних видах борошна, найчастіше виникає влітку, проявляється в антисанітарних умовах зберігання, хліб уражений цією хворобою не придатний до вживання; виникає при зберіганні хліба в целофанових або поліетиленових упаковках, крейдяна хвороба пошкоджує м'якуш хліба, на якому з'являються білі плями, що з часом перетворюються на порошкоподібні, викликається дріжджовими грибами, такий хліб непридатний до вживання.

Визначено ключові фактори, що впливають на якість продукції, зокрема: якість сировини, що використовується у виробництві; відповідність сировини встановленим стандартам та нормативним актам; методи контролю якості на різних етапах виробництва хліба та хлібобулочних виробів. Забезпечення якості продукції потребує комплексного підходу, який включає контроль якості сировини, дотримання технологічних процесів та регулярний моніторинг якості готової продукції.

3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві

3.6.1. Аналіз небезпечних факторів

НАССР (Аналіз ризиків і критичні контрольні точки) – це науково обґрунтована система, що використовується харчовими підприємствами для виявлення та управління потенційними небезпеками, які можуть поставити під загрозу безпечність харчових продуктів. Головне завдання системи полягає в гарантуванні безпеки продуктів харчування шляхом реалізації запобіжних заходів у ключових точках виробництва, де існують значні ризики виникнення небезпечних факторів [3].

Система НАССР допомагає виявити всі можливі небезпеки, які можуть з'явитися під час виробництва, включаючи біологічні, хімічні та фізичні ризики, а також запроваджує заходи для їх усунення або зменшення. Критичні контрольні точки встановлюються на тих стадіях процесу, де небезпека може бути найефективніше попереджена або ліквідована, що забезпечує безпечність готової продукції [10].

Особливістю даної системи є її акцент на ретельному аналізі кожного етапу виробництва, починаючи від отримання сировини і закінчуючи її зберіганням. Це дозволяє ідентифікувати конкретні потенційні загрози та небезпеки, а також запровадити дієві заходи контролю та моніторингу для їх мінімізації. Зазначена система є результативним інструментом адміністрування, спрямованим на убезпечення виробничих процесів від біологічних (мікробіологічних), хімічних та фізичних ризиків контамінації, а також інших несприятливих чинників. Для успішного запровадження системи НАССР, виробникам необхідно проводити комплексні дослідження не лише власної продукції, але й застосовуваних методів її виготовлення. У додатку А наведено аналіз небезпечних чинників сировини на виробництві.

Біологічні небезпеки включають патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, віруси та паразити (наприклад, сальмонела, бактерії групи кишкової

палички). Часто, джерелом біологічних небезпек є вихідна сировина, що використовується у виробництві харчових продуктів. Однак, контамінація також може відбуватися в процесі виготовлення харчової продукції через наступні чинники: працівники, залучені у виробництво; навколишнє середовище, де здійснюється виробництво; допоміжні компоненти, що використовуються в рецептурі; а також сам виробничий процес [34].

До хімічно небезпечних факторів належать речовини, спроможні спричиняти шкоду як одразу, так і після певного періоду часу. Вони можуть формуватися природним шляхом у продукті або потрапляти до нього ззовні під час процесів обробки [31].

Хімічні небезпеки в харчових продуктах можуть виникати з кількох основних джерел: випадкові забруднення, зумовлені використанням агрохімікатів (таких як пестициди, гербіциди, ветеринарні лікарські засоби, добрива тощо), хімічних речовин, застосовуваних на виробничих об'єктах (зокрема мийних і дезінфікуючих засобів, олій, мастил, фарб, пестицидів та ін.), а також забруднень з навколишнього середовища (наприклад, свинець, кадмій, ртуть, миш'як, поліхлоровані біфеніли). Окрім того, небезпеку становлять природні хімічні сполуки, що утворюються в результаті метаболізму рослин, тварин або мікроорганізмів, такі як афлатоксини. Окрему категорію становлять хімічні речовини, навмисно додані до харчових продуктів, включаючи консерванти, кислоти, харчові добавки, сульфітуючі агенти та технологічні допоміжні засоби [26].

До фізичних небезпек у харчових продуктах відносяться сторонні матеріали, зокрема скляні, металеві та дерев'яні, які можуть завдати шкоди під час споживання. Потрапляння фізичних сторонніх предметів у харчові продукти, навіть випадкове, може спричинити негативні наслідки для здоров'я людини або фізичні травми, пов'язані із споживанням такого продукту [34].

Сторонні речовини, такі як скло, метал чи полімери, є загальновідомими фізичними небезпеками в харчовій продукції, що, як правило, потрапляють до неї внаслідок недоліків технологічних процедур або неналежного

використання устаткування в ході виробництва. Існує чимало обставин, за яких фізичні небезпечні чинники можуть бути інтегровані в харчовий продукт: контамінована вихідна сировина; зношені або невідповідно підтримувані виробничі об'єкти та апаратура; забруднені матеріали для пакування; недостатня уважність персоналу [26, 31].

Концепція НАССР базується на систематичному виявленні, аналізі та контролюванні факторів ризику, що можуть значно вплинути на безпечність харчової продукції. Головна ціль цієї системи полягає в тому, щоб зорієнтувати працівників на розпізнавання ймовірних загроз та впровадження профілактичних заходів до їх виникнення. Це дає змогу забезпечити нагляд за безпекою на всіх стадіях виробничого процесу, починаючи з вихідної сировини і закінчуючи готовим продуктом [43].

3.6.2. Блок-схеми виробництва продукції

Блок-схема виробничого процесу досліджуваних зразків пшеничного хліба з додаванням гарбузового та лляного насіння, розроблена відповідно до принципів НАССР, представлена на рисунку 5.

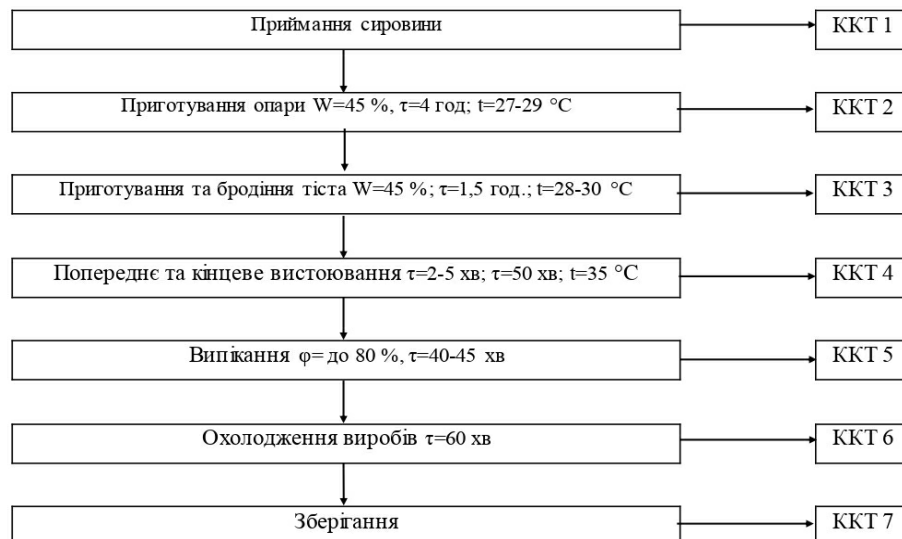


Рис.5. Блок-схема виробництва

Критична контрольна точка (ККТ) – це етап, на якому здійснення контролю є суттєвим та може бути застосоване для запобігання виникненню

небезпеки, пов'язаної з безпечністю харчових продуктів, її усунення або зменшення до прийняттого рівня. Під час визначення ККТ слід враховувати потенційні небезпеки, що з високою ймовірністю призведуть до захворювання або завдання шкоди здоров'ю, якщо не буде вжито контрольних заходів [31].

3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві продукції

Основні небезпечні фактори, що виникають на різних етапах хлібопекарського виробництва, а також причини їх появи та заходи управління представлені у додатку Б. Аналіз показує, що найбільш поширеними є фізичні та біологічні ризики, тоді як хімічні зустрічаються рідше.

На етапі підготовки сировини головні небезпеки пов'язані з можливим потраплянням сторонніх домішок і мікробним забрудненням, що може бути результатом порушення правил приймання та зберігання. Необхідним є ретельний вхідний контроль і перевірка супровідної документації.

Етап приготування та бродіння опари характеризується можливими відхиленнями кислотності та розвитком небажаних мікроорганізмів через порушення температурного чи часових режимів. Це потребує точного дотримання технологічних параметрів.

Під час замішування та бродіння тіста небезпека полягає у можливості потрапляння фізичних домішок через обладнання, а також у біологічних ризиках, пов'язаних із забрудненням мікроорганізмами. Основним методом управління є правильна робота обладнання та санітарний контроль.

На стадії формування і вистоювання тіста ризики здебільшого виникають через людський фактор: недотримання санітарних вимог або потрапляння сторонніх часток із навколишнього середовища.

Під час випікання біологічні ризики мінімальні, оскільки висока температура знищує мікроорганізми, однак можливі хімічні (підгоряння) і фізичні небезпеки у разі неправильного температурного режиму.

На етапах охолодження та укладання збільшується небезпека повторного забруднення через контакт із обладнанням або сторонніми домішками. Тут важливі санітарні умови та дотримання гігієни персоналом.

Під час зберігання готових виробів основний ризик становить розвиток пліснявих грибів у разі недотримання вологості та температури.

Усі стадії виробництва потребують систематичного технологічного контролю, ведення документації та відповідальної роботи персоналу. Це дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити виготовлення безпечної хлібобулочної продукції.

3.7. Економічна частина

Для оцінки економічної ефективності виробництва пшеничного хліба (табл. 9) з додаванням гарбузового та лляного насіння та їх шроту було здійснено порівняльний аналіз п'яти варіантів рецептур: контрольного зразка та чотирьох дослідних. Зміна співвідношення сировини в кожному варіанті впливає на величину виробничої собівартості, повних витрат, відпускної та роздрібною цін виробу. Економічні показники дозволяють простежити, як введення насіння з вищою вартістю порівняно з традиційною сировиною поступово змінює структуру витрат та формує цінову політику підприємства.

Порівняння контрольного зразка з дослідними варіантами засвідчує, що збільшення частки гарбузового та лляного насіння у рецептурі приводить до помірного зростання виробничої собівартості, що відповідно відображається у повній собівартості продукції. Водночас підвищена харчова цінність та функціональні властивості дослідних зразків дозволяють обґрунтовано збільшувати відпускну та роздрібну ціну, зберігаючи при цьому сталий рівень рентабельності. Саме наведені табличні дані є підґрунтям для подальших висновків щодо економічної доцільності впровадження удосконаленої рецептури у виробництво.

**Економічна оцінка впливу насіння гарбуза і льону
на показники виробництва хліба**

Показники	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4
Виробнича собівартість, грн	15549,94	15800,10	16050,20	16200,15	16500,30
Адміністративні витрати, грн	1540,00	1540,00	1540,00	1540,00	1540,00
Витрати на збут, грн	3265,49	3300,00	3350,00	3400,00	3500,00
Повні витрати, грн	20370,43	20640,10	20940,20	21040,15	21840,30
Рентабельність, %	5	5	5	5	5
Прибуток, грн	1018,52	1040,10	1050,15	1070,20	1100,40
Відпускна ціна підприємства, грн	21388,94	21640,20	21840,25	22040,15	22840,50
ПДВ (20%), грн	4277,79	4328,04	4368,05	4408,03	4568,10
Відпускна ціна, грн	25666,73	25968,25	26208,30	26448,18	27408,60
Відпускна ціна за 1 шт., грн	19,50	20,00	20,50	21,00	22,00
Торгова націнка, %	10	10	10	10	10
Роздрібна ціна 1 виробу, грн	21,45	22,00	22,50	23,00	24,00

Аналіз економічних показників, отриманих для різних варіантів рецептури пшеничного хліба з додаванням гарбузового та лляного насіння та їх шроту, демонструє чітку тенденцію впливу модифікації складу на структуру витрат і цінову політику підприємства. Впровадження додаткових інгредієнтів з вищою риночною вартістю зумовлює підвищення собівартості, проте це збільшення є помірним і збалансованим завдяки водночас зростаючій ринковій цінності продукту.

Отримані результати засвідчують, що виробництво хліба збагаченого складу є економічно стабільним: у всіх дослідних зразках забезпечується

запланований рівень рентабельності, а підвищена харчова цінність продукції створює додану вартість, яка дозволяє встановлювати вищу відпускну й роздрібну ціну. Варіанти з більшим вмістом шроту насіння демонструють кращі комерційні перспективи, оскільки формують більш конкурентоспроможний продукт на ринку.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно зі статтею 15 Закону «Про охорону праці», на підприємствах, де працює 50 і більше осіб, обов'язково має бути створена служба охорони праці, що відповідає Типовому положенню про таку службу. Для цієї служби також необхідно розробити окреме Положення, яке визначатиме її структуру, чисельність, основні завдання, функції та права працівників. На підприємствах з меншим числом працівників функції служби охорони праці можуть виконувати особи з відповідною кваліфікацією на умовах сумісництва [37].

Роботодавець зобов'язаний затверджувати документи, передбачені статтею 13 Закону «Про охорону праці». Ці документи повинні визначати правила виконання робіт та поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інші документи з охорони праці розробляються на основі чинного законодавства, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням специфіки його діяльності та умов праці, і затверджуються керівниками відповідних підрозділів [37].

Перед початком роботи новий працівник повинен отримати від роботодавця підписану інформацію про умови праці на своєму робочому місці відповідно до статті 29 КЗпП. У цій інформації мають бути вказані всі потенційно небезпечні чи шкідливі фактори на робочому місці, можливі наслідки їхнього впливу на здоров'я працівника, а також пільги та компенсації, що передбачені за роботу в таких умовах. Окрім того, перед прийняттям на роботу кожен працівник має пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування та набуття навичок для безпечної роботи, перш ніж йому буде дозволено самостійно виконувати обов'язки [21].

Первинний інструктаж проводить безпосередній керівник працівника, а вступний – спеціаліст з охорони праці. Повторні інструктажі проводяться

відповідно до затвердженого графіка (раз на квартал для робіт підвищеної небезпеки або раз на півріччя), а інші – позапланові (у разі зміни правил охорони праці, змін в обладнанні або порушення працівником норм охорони праці) та цільові інструктажі (наприклад, для разових робіт, не пов'язаних зі спеціальністю). Інформація про проведення всіх інструктажів повинна бути зафіксована в відповідному журналі, де мають бути підписи як тих, кого навчали, так і тих, хто проводив навчання [35].

Згідно зі статтею 22 Закону «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний організувати розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до встановленого порядку, визначеного постановою Кабінету Міністрів від 30 листопада 2011 року № 1232. Після завершення розслідування роботодавець має затвердити акт за формою Н-5, а в разі визнання випадку пов'язаним з виробництвом – акт за формою Н-1 [37].

Особи, яким виповнилося 18 років, які пройшли медичний огляд і визнані придатними за станом здоров'я, отримали виробниче навчання, пройшли вступний і первинний інструктажі з охорони праці та пожежної безпеки, мають II кваліфікаційну групу електробезпеки та пройшли курси з надання домедичної допомоги і володіють необхідними навичками для надання допомоги потерпілим, можуть бути допущені до роботи з обслуговування електропекарських шаф.

Після отримання початкового інструктажу на робочому місці працівник має пройти стажування під наглядом досвідченого співробітника, яке триває від 2 до 15 змін, залежно від стажу, досвіду та складності роботи. Стажування має на меті закріплення знань і навичок, необхідних для виконання обов'язків у безпечних умовах праці. Призначення досвідченого працівника для проведення стажування оформлюється наказом (розпорядженням) керівника організації. Протягом цього періоду стажист отримує практичну допомогу та рекомендації, а після завершення стажування керівник оцінює його готовність

до самостійної роботи та приймає рішення про допуск до виконання обов'язків [36].

Працівник повинен виконувати наступні завдання: контролює процес випікання хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів під наглядом старшого працівника; розкладає готові вироби на лотки, вагонетки та транспортери; виявляє дефекти у продукції; здійснює перевезення вагонеток з готовою продукцією та доставляє порожні вагонетки для завантаження новими виробами; перевіряє стан лотків, забезпечуючи їх чистоту та справність для подальшого використання [37].

Працівник повинен володіти знаннями з таких основних аспектів: технологічний процес випікання хлібобулочних та борошняно-кондитерських виробів, включаючи особливості та етапи цього процесу; визначення тривалості випікання виробів та їх ознак готовності, щоб точно визначати момент завершення випікання; методи правильного укладання виробів на лотки, вагонетки та транспортери для забезпечення їх безпечного транспортування та рівномірного охолодження. Крім того, він має знати вимоги до стану та чистоти обладнання, а також правила безпеки при виконанні цих завдань [37].

До основних обов'язків працівника входить: чітке розуміння та дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці; виконання обов'язків, передбачених колективним договором, трудовим договором та внутрішніми правилами підприємства; вжиття заходів для усунення або запобігання виникненню небезпечних ситуацій на робочому місці; дотримання всіх інструкцій і розпоряджень, встановлених підприємством; своєчасне проходження медичних оглядів відповідно до встановлених вимог; підтримання чистоти та порядку на робочому місці; дотримання правил протипожежної безпеки під час виконання службових обов'язків; надання домедичної допомоги за необхідності; виконання стандартів виробничої санітарії; уважне й відповідальне використання обладнання та інших технічних засобів на підприємстві з дотриманням правил безпеки [37].

Під час виконання робіт необхідно одягати спецодяг та спецвзуття: пекарський костюм або бавовняний халат, ковпак або косинку, а також гумові рукавиці та взуття.

Перед початком роботи важливо дотримуватися таких заходів безпеки: одягніть спецодяг, застібніть всі гудзики та заховайте волосся під головний убір; ознайомтесь із зауваженнями та пропозиціями попередньої зміни щодо технічного стану обладнання; перевірте працездатність контрольно-вимірювальних приладів та терморегуляторів, а також вентиляційних систем; переконайтесь у справності візків для переміщення та доставки форм; перевірте наявність сторонніх предметів всередині електропекарських шаф; підготуйте необхідні матеріали, інструменти та інвентар для роботи; очистіть робоче місце та шляхи для переміщення від сторонніх предметів і переконайтесь у відсутності речовин, які можуть спричинити ковзання; перевірте наявність та справність первинних засобів пожежогасіння. Якщо ви виявили несправності або поломки обладнання, не починайте роботу і повідомте про це керівника або відповідну особу. Не намагайтесь самостійно ремонтувати або налаштовувати обладнання. Перед запуском обладнання переконайтесь, що жоден працівник, який знаходиться в потенційно небезпечних зонах, не піддається ризику [21].

Вимоги щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях. Надзвичайна ситуація – це обставина, яка може спричинити суттєву технічну несправність обладнання, руйнування будівельних конструкцій, виникнення пожежі, а також поранення або загибель людей.

До основних аварійних ситуацій, можливих на робочому місці пекаря, належать наступні:

1. Займання обмоток електричної печі: у такому разі необхідно негайно відключити піч від електромережі, припинити роботу вентилятора та загасити полум'я за допомогою вуглекислотного вогнегасника.

2. Займання ізоляційного матеріалу електропроводки: першим кроком є оперативне відключення печі від джерела живлення. Після цього займання

слід ліквідувати з використанням вуглекислотного або порошкового вогнегасника.

3. Дії у випадку пожежі на електроустаткуванні: у ситуаціях займання електроприладів застосовуються виключно вуглекислотні чи порошкові вогнегасники. Для боротьби з іншими видами пожеж використовуються пінні вогнегасники.

4. Небезпека для життя чи здоров'я: у випадках таких як неконтрольоване поширення вогню або руйнування будівельних елементів необхідно негайно покинути робоче місце через найближчий евакуаційний вихід. По евакуації слід знаходитися біля головного входу до будівлі й оцінювати ситуацію.

5. Допомога постраждалим: якщо є постраждалі, слід надати їм першу медичну допомогу та, за необхідності, викликати швидку медичну допомогу.

6. Виклик пожежної служби: у разі виникнення пожежі необхідно негайно сповістити пожежників, а також вжити заходів із ліквідації пожежі з використанням доступних засобів пожежогасіння, якщо це не становить небезпеки для життя.

7. Дотримання інструкцій керівництва: будь-яких надзвичайних обставинах важливо діяти відповідно до вказівок безпосереднього керівника або відповідального персоналу. Такі заходи є необхідною частиною забезпечення безпеки на робочому місці і сприяють мінімізації ризиків для здоров'я і життя працівників.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Цивільний захист є державною системою управління, яка включає сили та ресурси, створені для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, що виникають внаслідок техногенних, екологічних, природних та військових чинників. На підприємстві цивільний захист організовують з метою попередньої підготовки до захисту людей і матеріальних цінностей від наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення умов для підвищення стійкості роботи об'єкта та своєчасного виконання рятувальних і інших термінових заходів [27].

Надзвичайні ситуації класифікуються за різними критеріями, такими як природа походження, масштаб поширення, рівень людських втрат і обсяг матеріальних збитків. Відповідно до характеру виникнення, можна виділити кілька типів надзвичайних ситуацій: техногенні, природні, соціальні та воєнні [47].

Техногенні ситуації виникають внаслідок діяльності людини, зокрема через аварії на підприємствах, в транспорті або в результаті використання небезпечних матеріалів. Це можуть бути вибухи, витoki токсичних речовин або аварії на шахтах.

Природні надзвичайні ситуації пов'язані з природними явищами, такими як землетруси, повені, урагани, зсуви, які можуть завдати шкоди людському життю та майну.

Соціальні надзвичайні ситуації виникають унаслідок соціальних конфліктів, страйків або масових заворушень, які можуть призвести до порушення громадського порядку та загрози безпеки.

Воєнні ситуації пов'язані з конфліктами, військовими діями або терористичними актами, що веде до значних людських втрат і руйнувань.

Ця класифікація допомагає у визначенні специфічних заходів реагування та підготовки до можливих загроз у кожному з випадків.

В залежності від масштабів наслідків надзвичайних ситуацій і необхідної кількості технічних і матеріальних ресурсів для їх ліквідації, розрізняють чотири рівні надзвичайних ситуацій: державний, регіональний, місцевий і об'єктовий [42].

У разі надзвичайної ситуації, з огляду на поточну обстановку, керівник цивільного захисту підприємства повинен [27, 42, 47]:

- організувати оперативне інформування працівників, збір керівного складу та членів комісії з питань надзвичайних ситуацій;
- забезпечити стабільний зв'язок, управління, оповіщення та координацію дій між керівництвом, органами цивільного захисту, структурними підрозділами та взаємодіючими організаціями;
- провести аналіз і оцінку ситуації;
- організувати своєчасну санітарну обробку персоналу, дезінфекцію приміщень, обладнання та прилеглих територій;
- здійснювати контроль за дотриманням пожежної безпеки, оперативно реагуючи на пожежонебезпечні ситуації та підтримуючи дії пожежно-рятувальних служб;
- поставити завдання для керівного складу органів управління та підпорядкованих служб цивільного захисту;
- координувати роботу сил і засобів відповідно до плану реагування та взаємодії;
- забезпечити евакуацію працівників у безпечні райони;
- проводити прогнозування та оцінку ситуації із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення;
- виконати невідкладні заходи для локалізації наслідків надзвичайної ситуації;
- організувати моніторинг стану навколишнього середовища та зони впливу надзвичайної ситуації;
- забезпечити надання медичної допомоги постраждалим і їх транспортування до медичних закладів, а також подальшу евакуацію

працівників у безпечні місця;

- здійснювати контроль за виконанням заходів безпеки;
- оцінити масштаби та обсяги збитків від наслідків надзвичайної ситуації;
- забезпечити безперервне управління процесом реагування на надзвичайну ситуацію;
- у разі необхідності створити спеціальну комісію для ліквідації наслідків події;
- передати функції управління ліквідацією надзвичайної ситуації уповноваженому представнику;
- повідомити начальника цивільного захисту району чи міста про місце, час, причини, тип надзвичайної ситуації, розмір завданих збитків, наслідки та вжиті заходи відповідно до табеля термінових донесень;
- за потреби забезпечити охорону працівників, матеріальних цінностей та майна підприємства;
- організувати своєчасну видачу засобів індивідуального захисту працівникам.

Засоби захисту призначені для зниження або повного запобігання впливу небезпечних факторів у надзвичайних ситуаціях. Існують два типи таких засобів: колективні та індивідуальні.

До колективних засобів належать: укриття, протирадіаційні сховища, а також швидко споруджувані захисні конструкції цивільного захисту. Вони забезпечують безпечне місце для групи людей, захищаючи їх від впливу небезпечних умов. Серед індивідуальних засобів можна виділити: фільтрувальні протигази, респіратори, ватно-марлеві пов'язки, загальновійськові захисні комплекти, легкі захисні костюми, а також інші засоби, такі як одяг з плівкових матеріалів і гумові плащі.

Додатково, важливо також провести навчання населення щодо правильного використання цих засобів, що може значно підвищити рівень безпеки в умовах надзвичайних ситуацій. Регулярні тренування з

використання засобів захисту допоможуть підготувати людей до дій у кризових ситуаціях і забезпечити їхню безпеку [42].

Організація профілактичних заходів, які спрямовані на попередження або зменшення збитків від стихійних лих, має вирішальне значення. Важливим аспектом є наявність у кожного працівника підприємства практичних навичок для реагування в різних надзвичайних ситуаціях [47].

Ці навички допоможуть оперативно і правильно діяти під час загроз, що виникають. Регулярні навчання та тренування забезпечують підвищення рівня готовності співробітників, дозволяючи їм діяти впевнено і швидко в умовах стресу. Важливо також створити систему координації дій серед усіх працівників, що включає чіткий план реагування, інструкції та засоби зв'язку. Залучення фахівців для проведення тренінгів і семінарів може суттєво підвищити обізнаність про ризики, методи самозахисту та алгоритми дій у кризових ситуаціях.

Планування заходів цивільного захисту, формування ефективних команд на підприємстві та оптимальне використання наявної техніки дозволяють оперативно усувати наслідки стихійних лих і відновлювати виробничі процеси [42, 47].

Системний підхід до цього процесу передбачає детальну розробку стратегій реагування на різні типи надзвичайних ситуацій. Створення спеціалізованих команд із чітко визначеними ролями і обов'язками забезпечує скоординовані дії під час кризових ситуацій. Використання сучасного обладнання та інструментів дозволяє значно прискорити ліквідацію наслідків стихійних лих.

Регулярні навчальні тренінги для персоналу з акцентом на ефективне використання техніки та реалізацію планів цивільного захисту підвищують рівень готовності підприємства до таких викликів. Це зменшує потенційні ризики і створює умови для стабільного функціонування підприємства після стихійних лих.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Підприємства хлібопекарської індустрії під час виробництва викидають забруднюючі речовини в атмосферу, скидають забруднені стічні води у водойми та створюють тверді промислові і побутові відходи. Спектр, динаміка та обсяги забруднювачів, що виникають на цих підприємствах, залежать від ряду факторів: використовуваного обладнання, виробничих технологій, якості сировини, організації виробничого процесу, а також методів зберігання та продажу готової продукції, обсягу споживання сировини та енергії тощо [20, 46].

Під час діяльності хлібопекарських підприємств в атмосферу викидаються небезпечні речовини, зокрема [24]:

- різні типи органічного пилу (борошняний, цукровий) при прийомі, зберіганні та підготовці сировини;
- пари етилового спирту і вуглекислого газу, які утворюються в процесі бродіння тіста;
- під час випікання хлібобулочних виробів утворюються пари етилового спирту, леткі кислоти та альдегіди;
- акролеїн, що виникає під час випікання формового та подового хліба;
- в процесі охолодження та зберігання готових виробів виділяються пари етилового спирту, леткі кислоти та альдегіди;
- окис вуглецю та оксиди азоту, що виникають від хлібопекарських печей при використанні природного газу як пального;
- пил, зварювальний аерозоль, окиси марганцю, аміак, окис вуглецю та оксиди азоту, а також пари луку – від допоміжного виробництва.

У виробництвах хліба та макаронних виробів крихти і пил становлять 0,15 % від обсягу обробленої сировини. Потенційно небезпечним обладнанням у разі надзвичайних ситуацій на підприємстві є котельня. Аварійною ситуацією в котельні може вважатися існуюча ймовірність вибуху. Основними

шкідливими речовинами, які можуть потрапити в атмосферу під час аварії, є сажа і CO₂. Частка викидів забруднюючих речовин з котельні, хоча й не є домінуючою, але значна – складає майже 8 % від загальних обсягів. Іншим важливим джерелом забруднення атмосфери є використання різних видів пального, від характеристик горіння якого залежать тип забруднень та методи очищення навколишнього середовища від продуктів згорання [22, 23].

У виробництві хлібопродуктів вода використовується в технологічних цілях, оскільки є складовою частиною рецептів продукції: для приготування тіста, сиропів та інших компонентів. Крім того, вона застосовується для господарських та санітарно-гігієнічних потреб: для очистки водою і промивання сировини, миття обладнання та виробничих приміщень, а також територій підприємств. У теплотехнічних процесах вода використовується для охолодження, отримання пари, необхідної для зволоження повітря в шафах, де відбувається розстойка хліба, у пекарських камерах, стерилізації обладнання та приготування живильних середовищ [23].

Вода, що була використана для виробничих потреб і стала відпрацьованою, називається стічною. Вміст забруднюючих речовин у цій воді залежить від типу виготовленої продукції, використаної сировини та особливостей технологічного процесу. Стічні води поділяються на два основні категорії: нормативно чисті води – вони містять невелику кількість забруднювачів і зазвичай не потребують очищення. Ці води можуть бути безпосередньо скинуті в природні водойми або використані повторно в господарстві. Забруднені води – в яких рівень забруднення перевищує допустимі норми. Ці води потребують біологічного очищення на спеціалізованих спорудах, таких як очисні споруди, для видалення небезпечних речовин. Процеси очищення стічних вод важливі не лише з екологічної точки зору, але й для забезпечення безпеки суспільства, оскільки недостатня обробка може призвести до забруднення водоносних горизонтів і поверхневих водойм [22, 25].

Стічні води хлібопекарських підприємств містять забруднення у вигляді

органічних залишків. Для мікроорганізмів ці води створюють сприятливі умови для їхньої життєдіяльності. Тому стічні води підлягають дезінфекції за допомогою різних методів, таких як хлорування газоподібним хлором, хлорним вапном або іншими хлорвмісними засобами, озонування, а також ультрафіолетове опромінення [22].

Зони ґрунтів біля хлібопекарських та кондитерських заводів часто забруднюються виробничими відходами, такими як паперові та картонні коробки, металеві і скляні баночки, дерев'яні ящики, пластикові діжки та інша тара, що використана для сировини. Це, у свою чергу, порушує санітарний режим на підприємстві [22].

Тверді побутові відходи включають такі складові: вторинну сировину (папір, картон, текстиль, метал, шкіра тощо), яка становить приблизно 25 % загальної маси відходів; органічну частину, яку можна утилізувати, обсягом близько 60-70 % маси. Частка органічних речовин, схильних до швидкого гниття, особливо у теплий період року, досягає 20-30 %. На баласт (скло, каміння тощо) припадає 6-8 %, а горючі матеріали, які неможливо переробити (вугілля, деревина, гума тощо), складають близько 8-10 %.

Під час своєї діяльності підприємства хлібопекарської галузі завдають значного екологічного впливу на навколишнє середовище. Щоб зменшити ці впливи, необхідно впровадити відповідні заходи в управлінні хлібопекарськими підприємствами. Для формування методичної основи оцінки рівня екологічних впливів слід використовувати різні методи, такі як балансовий, нормативний, експертний, інструментальний, розрахунковий та грошовий. Також важливими є методи непрямого вимірювання екологічних впливів, абсолютна та відносна оцінка, методи на основі статистичної звітності, а також кількісна оцінка екологічної ефективності хімічних процесів та питомого утворення відходів за допомогою коефіцієнта виходу готової продукції [23, 24, 25].

З використанням комплексного критерію екологічності хлібопекарського підприємства можна виявити найбільш значущі впливи на

навколишнє середовище, що притаманні конкретному виробництву. Цей підхід дозволяє також оцінити ефективність використання сировини та рівень завантаженості устаткування, а отже, внести корективи в технологічні процеси.

Важливо враховувати, що комплексний критерій повинен враховувати не лише кількість виробленої продукції, а й її екологічний слід, включаючи викиди забруднювальних речовин та утворення відходів. Також, аналізуючи ці показники, підприємства можуть сприяти зниженню негативного впливу на екологію, впроваджуючи інноваційні технології та способи переробки відходів, що посилюють стійкість та зменшують витрати на ресурси [20, 46].

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасні наукові та технологічні підходи до вдосконалення виробництва пшеничного хліба, що підтвердило актуальність обраного напрямку дослідження в умовах розвитку харчової промисловості та зростання попиту на продукти з підвищеною харчовою цінністю.

2. Доцільно використовувати рослинні компоненти, зокрема насіння та шроту льону і гарбуза, для підвищення харчової та біологічної цінності пшеничного хліба без істотного погіршення його технологічних і споживчих властивостей.

3. Встановлено, що введення насіння та шроту льону і гарбуза впливає на фізико-хімічні показники тіста та готового хліба, зокрема на пористість, кислотність, підйомну здатність, вологоутримувальну здатність і структуру м'якуша, що зумовлює формування більш стабільних і якісних виробів.

4. Доведено, що використання досліджуваних рослинних добавок позитивно позначається на органолептичних показниках хліба, а саме на ароматі, смаку, кольорі та текстурі, надаючи продукції характерних відтінків та підвищуючи її привабливість для споживачів.

5. Введення насіння, шроту льону та гарбуза підвищує біологічну цінність хліба, збільшуючи вміст білка та корисних жирів при зниженні вуглеводів. Оптимальним є додавання 5-10 % шроту, що забезпечує підвищену поживну цінність без надмірної калорійності.

6. Встановлено, що введення цілого насіння призводить до незначного збільшення маси хліба, тоді як використання шроту забезпечує часткову заміну пшеничного борошна зі збереженням загальної маси виробів на стабільному рівні.

7. Масові втрати під час випікання для всіх дослідних зразків залишаються практично однаковими, що свідчить про стабільність фізико-хімічних процесів і відсутність негативного впливу рослинних добавок на перебіг теплової обробки.

8. Розроблено технологічний процес виробництва пшеничного хліба з додаванням гарбузового та лляного насіння та їх шроту.

9. Визначено ключові фактори, що впливають на якість продукції, зокрема: якість сировини, що використовується у виробництві; відповідність сировини встановленим стандартам та нормативним актам; методи контролю якості на різних етапах виробництва. Забезпечення якості продукції потребує комплексного підходу, який включає контроль якості сировини, дотримання технологічних процесів та регулярний моніторинг якості готової продукції.

10. З метою підвищення рівня безпечності виробництва проведено аналіз технологічних процесів та розроблено блок-схему, що дозволяє визначити ключові контрольні точки для моніторингу та запобігання можливим виробничим ризикам.

11. Встановлено, що зміна рецептури пшеничного хліба із введенням насіння та шроту льону і гарбуза призводить до зростання собівартості продукції, однак одночасно підвищує її ринкову цінність і конкурентоспроможність.

12. Доведено, що всі досліджувані варіанти рецептур забезпечують необхідний рівень рентабельності виробництва, а використання підвищеного вмісту шроту насіння створює додаткові конкурентні переваги на ринку хлібобулочних виробів.

13. Встановлено, що на підприємстві забезпечується дотримання вимог охорони праці, проводяться регулярні інструктажі та навчання працівників з безпеки у надзвичайних ситуаціях, що сприяє зниженню виробничих ризиків.

14. Підприємство здійснює заходи з мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема шляхом очищення викидів, раціонального використання ресурсів та утилізації виробничих відходів відповідно до чинних екологічних вимог.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Пропонується збільшити асортимент продукції функціонального призначення, зокрема, включивши до нього запропонований продукт – 5-10 % шроту/100 г так як, це забезпечує підвищену поживну цінність без надмірної калорійності.

2. Пропонується проводити моніторинг споживчих потреб, а також відстежувати сучасні технології та тенденції виробництва в Україні та світу.

3. Пропонується впровадити інноваційні технології виробництва хлібобулочних виробів, що дозволить підвищити якість продукції та знизити витрати на енергоносії, забезпечуючи конкурентоспроможність на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсеньева Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис... д-ра техн. наук: 05.18.01. К., 2007. 677 с.
2. Арсеньева Л., Дробот В. Збагачений йодом хліб. *Зерно і хліб*. 2014. №10. С.26-27.
3. Бочарова О.В. НАССР і системи управління безпечністю харчової продукції. Одеса. 2019. 376 с.
4. Васькова Г., Ковтун М. Барвники нутового борошна. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. №8. С.26- 27.
5. Гмиря А. Як випробовувати речі без жодної фізичної моделі. Що таке технологія цифрових двійників і як вона працює. URL : <https://thepage.ua/ua/it/sho-take-tehnologiya-cifrovih-dvijnikiv-i-yak-vona-pracyuye> (дата звернення: 03.11.2025).
6. Годунова Л., Вдовиченко П. Замість яєць – харчовий білковий концентрат. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. №2. С. 31.
7. Горощенко Л. С. Хліб та хлібобулочні вироби. *Продовольчий бізнес*. 2006. №8. С.15-19.
8. Десятникова О., Суботін Ю. Виробляємо збагачений кальцієм пшеничний хліб. *Зерно і хліб*. 2016. №1. С.37.
9. Дзюндзя О.В., Звагольська К.М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. №1. С. 22-29. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>.
10. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: підручник. Київ : Академія, 2011. 520 с.
11. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ : Руслана, 1998. С. 71-72.

12. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
13. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: методичне видання. Київ: Кондор, 2010. 440 с.
14. Дробот В. Поговоримо про оздоровчі харчові добавки в хлібі та нетрадиційну сировину. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. №12. С.22-24.
15. Дробот В., Петришин Н. Бубличні вироби із соєвим борошном і β-каротином. *Зерно і хліб*. 2015. №1. С.29.
16. Дробот В., Ситник І. Зостера в хлібі. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. №1. С.30-31.
17. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. К. : Логос, 2002. 365 с.
18. ДСТУ 7517:2024 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Чинний від 01-05-2025. К. Держспоживстандарт України, 2024. 15 с
19. Дудкін М., Козлов Г. Чи потрібні хлібобулочним виробам нетрадиційні добавки. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2018. №10. С.29.
20. Іванько О. М., Бідненко Л. І. Сучасні методи знезараження стічних вод (огляд літератури). *Проблеми військової охорони здоров'я*. 2012. Вип. 33. С. 137-150.
21. Кодекс законів про працю України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>.
22. Крусір Г. В. Екологічний аудит хлібопекарського підприємства. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 1. С. 80-81.
23. Крусір Г. В. Оцінка екологічної безпеки хлібних виробів. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 1. С. 84-87.
24. Крусір Г. В., Кондратенко І. П. Оцінка впливу хлібопекарного підприємства на навколишнє середовище на основі критерію екологічності. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 2. С. 81-83.

25. Крусір Г. В., Кондратенко І. П., Лобоцька Л. Л. Щодо оцінки індексу екологічної небезпеки хлібопекарського підприємства з урахуванням можливості техногенної аварії. Екологічна безпека. 2016. Вип. 2. С. 89-96.
26. Кузьміна Т. О., Євтушенко В. В. Системи управління якістю. Видавництво : Олді+, 2018. 500 с.
27. Кучма М. М. Цивільна оборона (цивільний захист): Навчальний посібник. Львів : Магнолія плюс, 2009. 360 с.
28. Лозова Т. М. Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів: монографія. Львів : ЛКУ, 2019. 456 с.
29. Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». К. : НУХТ, 2018. 177 с.
30. Моргун В., Жигунов Д. Ознайомтеся з біохімічними й хлібопекарськими властивостями. *Зерно і хліб*. 2006. №2. С. 17-18.
31. Панченко М. О. Управління якістю. Теорія та практика: навчальний посібник, 2019. 228 с.
32. Писарець О. П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням кукурудзяного борошна : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів». НУХТ. К., 2015. 23 с.
33. Пішак В. П. Вплив харчування на здоров'я людини. Чернівці. 2006. 499 с.
34. Пономарьов П. Х., Сирохман І. В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини : навчальний посібник. К.: Лібра, 2009. 272 с.
35. Про затвердження Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0095-94#Text>.
36. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) та

Переліку робіт з підвищеною небезпекою. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>.

37. Про охорону праці. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

38. Пшенишнюк Г.Ф., Макарова О.В., Іванова Г.С. Інноваційні заходи підвищення якості зернового хлібобулочних виробів харчова наука і технологія № 1(10). 2018. С. 73-77.

39. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2023 році. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної військової адміністрації. Миколаїв, 2023. 232 с.

40. Савінок О. М., Зюзько А. В. Кваліфікаційна дипломна робота: методичні рекомендації для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПІ «Харчові технології» спеціальності 181 – «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 40 с.

41. Снежкін Ю., Петрова Ж. Порошки з овочів і фруктів. *Зерно і хліб*. 2004. №7. С. 38.

42. Стеблюк М. І. Цивільна оборона. К. : Урожай, 1994. 360 с.

43. Стибель В.В., Сімонов М.Р. Управління безпечністю продуктів харчування. Львів. 2018. 230 с.

44. Товариство з обмеженою відповідальністю «Терновський хлібзавод». URL : <http://clarity-project.info>

45. Товариство з обмеженою відповідальністю «Терновський хлібзавод». Фінансова звітність за 2022 рік. Clarity Project URL: https://clarityproject.info/edr/34234125/finances?current_year=2022

46. Фесенко О. А., Кондратенко І. П. Оцінка екологічної безпеки підприємства експертним методом. Сучасні технології в промисловому виробництві: матеріали ІІ Всеукр. міжвузівської наук.-техн. конф., 17-20 квітня 2012 р. Суми : СумДУ, 2012. Ч. 2. С. 70.

47. Хромченко В. Г. Цивільна оборона. К. : Кондор, 2008. 264 с.

48. Як нейротехнології та штучний інтелект змінюють харчову індустрію та раціон. URL : <https://newfood.ua/2024/09/18/yak-neyrotekhnolohii-ta-shtuchnyy-intelekt-zminiuiut-kharchovu-industriiu-ta-ratsion/>.

49. A Major shift in baking technology: The industrial bakery sector. URL : <https://magazinebbm.com/blog/a-major-shift-in-baking-technology-the-industrial-bakery-sector-3740#:~:text=Automation%20and%20Robotics&text=Automated%20production%20lines%20enhance%20efficiency,up%20production%20without%20compromising%20quality>. (date of access: 02.10.2025).

50. AI + Automation: Nestle's Recipe for Feeding Innovation. Unbabel. URL : <https://unbabel.com/de/ai-automation-nestles-recipe-for-feeding-innovation/> (date of access: 10.11.2025).

51. Baek, S.; Lee, S.H.; Oh, S.E. Conceptual Design of Simulation-Based Approach for Robotic Automation Systems: A Case Study of Tray Transporting. *Processes* 2024, 12, 2791.

52. Barile, D.; Secundo, G.; Del Vecchio, P. Food for Competing during the COVID-19 Pandemic: Experimenting Digitalization in Family Firms. *Eur. J. Innov. Manag.* 2024, 27, 1381-1402.

53. Beirão da Costa M. L. Lupin technology: a perspective. Proceedings of the 7-th International Lupin 7 Conference. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. P. 492-499.

54. Bordel, B.; Alcarria, R.; Robles, T. Digital User-Industry Interactions and Industry Services to Improve Customers' Experience and Satisfaction in the European Bakery Sector. In Proceedings of the 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Chaves, Portugal, 23-26 June 2021; pp. 1-10.

55. Casey C. How food giants are embracing AI to forecast recipes, regulatory hurdles. *Food Dive*. URL: <https://www.fooddive.com/news/food-giants-AI-artificial-intelligence-kellanova-ingredion-ingredients-tastewise-tech-investments/745642> (date of access: 03.11.2025).

56. Cocco, L., Mannaro, K., Tonelli, R. Blockchain-Based Traceability System in Agri-Food SME: Case Study of a Traditional Bakery. *IEEE Access* 2021, 9, 62899–62915.
57. Derossi, A., Di Palma E., Moses J.A. Avenues for Non-Conventional Robotics Technology Applications in the Food Industry. *Food Res. Int.* 2023, 173, 113265.
58. Feldheim W. The use of lupins in human nutrition. Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S.Weissmann, P.Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference.AuburnUniversity: Auburn, 2000. P. 434-437.
59. Goods, B. The Digitalisation Productivity Bonus in Baked Goods Manufacturing: What Value Does Digitalisation Offer The Baked Goods Industry. URL : <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:74611c04-004d-4fa9-8378-8fd63dd342ed/dpb-baked-goods-report-2020.pdf>
60. Gorach O., Dzyundzya O., Rezvykh N. Innovative Technology for the production of gluten-free food products of a new generation.Current Nutrition & Food Science. 2024. № 20 (6). P. 734-744. URL : <https://dx.doi.org/10.2174/011573401328030723112305.5025>.
61. Hassoun, A.; Jagtap, S.; Trollman, H.; Garcia-Garcia, G.; Abdullah, N.A.; Goksen, G.; Bader, F.; Ozogul, F.; Barba, F.J.; Cropotova, J.; et al. Food Processing 4.0: Current and Future Developments Spurred by the Fourth Industrial Revolution. *Food Control* 2023, 145, 109507.
62. Hassoun, A.; Marvin, H.J.P.P.; Bouzembrak, Y.; Barba, F.J.; Castagnini, J.M.; Pallarés, N.; Rabail, R.; Aadil, R.M.; Bangar, S.P.; Bhat, R.; et al. Digital Transformation in the Agri-Food Industry: Recent Applications and the Role of the COVID-19 Pandemic. *Front. Sustain. Food Syst.* 2023, 7, 1217813.
63. High M. Nestlé & IBM use AI to Transform Packaging in Manufacturing. *Manufacturing Digital*. URL : <https://manufacturingdigital.com/news/nestle-ibm-making-packaging-more-sustainable> (date of access: 03.11.2025).

64. Jia, S.S.; Luo, X.; Gibson, A.A. Developing the DIGIFOOD Dashboard to Monitor the Digitalization of Local Food Environments: Interdisciplinary Approach. *JMIR Public Health Surveill.* 2024, *10*, e59924.
65. Logeswaran, T.; Sivakumar, P.; Vishahan, T. Development and Implementation of Bakery Assistant Robot. In Proceedings of the 2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, Coimbatore, India, 25-26 March 2022; pp. 396-401.
66. Madeleine P. Barilla Has Introduced Spaghetti 3D, a New 3D Printed Spaghetti 3Dnatives. *3Dnatives*. URL: <https://www.3dnatives.com/en/barilla-spaghetti-3d-3d-printed-spaghetti-040720234/> (date of access: 03.11.2025).
67. McDonald's is introducing AI in restaurants around the world. LIGA.net. URL: <https://biz.liga.net/ua/all/it/novosti/mcdonalds-vprovadzhuie-shi-u-restoranakh-po-vsomu-svitu> (date of access: 03.11.2025)..
68. McDonald's launches first automated restaurant. Ukrainian Council of Shopping Centers. URL: <https://www.ucsc.org.ua/mcdonalds-zapustyv-pershyj-avtomatyzovanyj-restoran> (date of access: 03.11.2025).
69. Mridul A. Austrian Vegan Seafood Startup Opens 'World's Largest' 3D-Printed Food Factory. *greenqueen*. URL: <https://www.greenqueen.com.hk/revo-foods-3d-printed-salmon-filet-mycelium-mycoprotein-factory/> (date of access: 03.11.2025).
70. Wakchaure, Y.B.; Patle, B.K.; Pawar, S. Prospects of Robotics in Food Processing: An Overview. *J. Mech. Eng. Autom. Control Syst.* 2023, *4*, 17-37.

ДОДАТОК А

Аналіз небезпечних чинників сировини

Найменування	Небезпечні чинники		
	біологічні	хімічні	фізичні
Пшеничне борошно вищого ґатунку	зараженість шкідниками хлібних запасів	токсичні елементи, радіонукліди, пестициди, мікотоксини	шкідливі сторонні металомагнітні домішки
Вода	БГКП, КМАФАМ, патогенні мікроорганізми, ентеровіруси	сульфати, хлориди, нафтопродукти, пестициди, синтетичні пар	шкідливі сторонні домішки
Сіль кухонна	КМАФАМ, плісняві гриби, дріжджі, БГКП	токсичні елементи, радіонукліди	шкідливі сторонні домішки
Цукор-пісок	КМАФАМ, плісняві гриби, дріжджі, БГКП	токсичні елементи, радіонукліди	шкідливі сторонні домішки
Дріжджі пресовані хлібопекарські	БГКП, патогенні мікроорганізми	токсичні елементи, радіонукліди	шкідливі сторонні домішки
Насіння льону	КМАФАМ, патогенні мікроорганізмами	токсичні елементи, мікотоксини, радіонукліди, пестициди	шкідливі сторонні домішки
Насіння гарбуза	КМАФАМ, патогенні мікроорганізмами	токсичні елементи, мікотоксини, радіонукліди, пестициди	шкідливі сторонні домішки

ДОДАТОК Б

Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві хлібобулочної продукції

Етап виробництва	Небезпечні фактори	Причина виникнення	Вагомість фактору та обґрунтування рішень	Заходи управління
1	2	3	4	5
Підготовка сировини до виробництва	фізичні – потрапляння сторонніх домішок у сировину; хімічні – потрапляння радіонуклідів, токсичних речовин; біологічні зараження сировини мікроорганізмами	порушення правил технологічних інструкцій приймання, підготовки сировини до виробництва	істотній, вірогідність фізичного та хімічного низька (протоколи вхідного контролю), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	ретельний мікробіологічний контроль за прийманням та підготовкою сировини до виробництва, перевірка наявності відповідних документів на вхідному контролі
Приготування опари	фізичні – ні; біологічні – зараження тіста мікроорганізмами; хімічні – висока кислотність	порушення температурного та/чи часового режимів.	істотній, вірогідність хімічного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль процесу, перевірка протоколів після контролю
Приготування та бродіння тіста				технологічний контроль процесу, перевірка протоколів після контролю

Продовж. дод. Б

1	2	3	4	5
	хімічні – ні; біологічні – зараження тіста; мікроорганізмами; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	порушення температурного та/чи часового режиму; потрапляння домішок через обладнання та із навколишнього середовища по винні персоналу	істотній, вірогідність фізичного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	
Розділення, округлення, формування та вистоювання тіста	хімічні – ні; біологічні – зараження тіста мікроорганізмами; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	порушення температурного режиму; потрапляння домішок через обладнання	істотній, вірогідність фізичного низька (технологічний контроль), біологічного - висока; серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль процесів, перевірка протоколів після контролю
Випікання	фізичні – ні; біологічні – ні (відбувається знезараження всіх мікроорганізмів); хімічні – непропечений, підгорілий хліб	порушення температурного режиму, режиму остаточного вистоювання; порушення температурного режиму (занадто низька або занадто висока температура)	істотній, вірогідність хімічного низька (технологічний контроль), біологічного – висока; серйозність висока (можливість отруєння)	Технологічний контроль процесу, перевірка протоколів після контролю.

Продовж. дод. Б

1	2	3	4	5
Охолодження, укладання, відвантаження	хімічні – ні; біологічні – ні; фізичні – потрапляння сторонніх домішок	потрапляння домішок через обладнання та із навколишнього середовища по винні персоналу, а також часточки деревини.	істотній, вірогідність висока (можливість поранення); серйозність висока (можливість поранення).	технологічний контроль остаточного процесу, перевірка протоколів після контролю
Зберігання	хімічні – ні; фізичні – ні; біологічні – розвиток пліснявих грибів	порушення температурного та/чи часового режиму, підвищення вологості, зберігання готової хлібобулочної продукції	істотній, вірогідність висока (можливість отруєння); серйозність висока (можливість отруєння)	технологічний контроль, перевірка протоколів після контролю