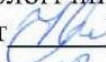


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

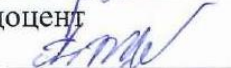
«Допускається до захисту»


Завідувач кафедри  
безпеки та якості  
харчових продуктів, сировини  
і технологічних процесів,  
доцент  Чернюк С.В.  
« 1 » 12 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**  
**АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІББУЛОЧНИХ**  
**ВИРОБІВ**

Виконав:  Гордійко Микола  
Петрович

Керівник: доцент

Качан А.Д. 

Рецензент: 

Я, Гордійко Микола Петрович, засвідчую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

## ЗМІСТ

<b>ЗМІСТ</b> .....	<b>2</b>
<b>АНОТАЦІЯ</b> .....	<b>3</b>
<b>ANNOTATION</b> .....	<b>4</b>
<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>9</b>
<b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</b> .....	<b>17</b>
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1 Вимоги до сировини та матеріалів</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 Продуктовий розрахунок</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3 Апаратурно-технологічне забезпечення</b> .....	<b>26</b>
<b>3.4 Опис технології</b> .....	<b>29</b>
<b>РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА</b> .....	<b>34</b>
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>45</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>48</b>
<b>ПРОПОЗИЦІЇ</b> .....	<b>50</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>51</b>

## АНОТАЦІЯ

Гордійко Микола Петрович

### «Аналіз та удосконалення технології виробництва хлібобулочних виробів»

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та вдосконаленню технології виробництва хлібобулочних виробів з підвищеними споживчими властивостями. Основна увага приділена впливу різних видів борошна, покращувачів і біологічно активних добавок на якість готової продукції, її структуру, аромат і термін зберігання.

У роботі розглянуто сучасні підходи до оптимізації рецептурного складу, досліджено режими тістоприготування, вистоювання та випікання, а також оцінено роль новітнього технологічного обладнання у забезпеченні стабільності виробничого процесу. Значну увагу приділено питанням забезпечення якості та безпечності продукції відповідно до вимог системи НАССР, зокрема контролю мікробіологічних показників, санітарного стану виробництва та сировини.

Практичний результат дослідження полягає у розробці вдосконаленої технологічної схеми виробництва хлібобулочних виробів із використанням інноваційних компонентів, що дає змогу поліпшити текстуру м'якушки, продовжити свіжість виробів і підвищити їхню харчову цінність.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, оглядово-аналітичної частини, технологічного розділу, розділу контролю якості й безпечності, економічного обґрунтування, екологічних аспектів виробництва, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 55 сторінок комп'ютерного тексту, містить 11 таблиць. Список літератури включає 38 джерел.

**Ключові слова:** хлібобулочні вироби, технологія, тісто, ферментація, якість, НАССР, харчова цінність.

## ANNOTATION

**Hordiiko Mykola Petrovych**

**" Analysis and improvement of the technology of bakery production"**

The qualification work is devoted to the study and improvement of the technology for producing bakery products with enhanced consumer properties. Special attention is given to the influence of different types of flour, improvers, and biologically active additives on the quality of the final product, its structure, aroma, and shelf life.

The study examines modern approaches to optimizing the recipe composition, investigates the regimes of dough preparation, proofing, and baking, and evaluates the role of advanced technological equipment in ensuring the stability of the production process. Significant attention is also paid to quality and safety assurance according to the requirements of the HACCP system, including the control of microbiological indicators, sanitary conditions of production, and raw materials.

The practical outcome of the research is the development of an improved technological scheme for bakery production using innovative components, which allows for the enhancement of crumb texture, extension of product freshness, and increase in nutritional value.

The qualification work consists of an introduction, a review-analytical section, a technological chapter, a chapter on quality and safety control, economic justification, environmental aspects of production, conclusions, and a list of references. The total volume of the work is 55 pages of computer text and contains 11 tables. The reference list includes 38 sources.

**Key words:** bakery products, technology, dough, fermentation, quality, HACCP, nutritional value

## ВСТУП

Хлібобулочні вироби є одними з найважливіших продуктів харчування людини, адже вони відіграють ключову роль у забезпеченні організму енергією та поживними речовинами. Хліб має не лише харчову, а й культурну та соціальну цінність — здавна він символізує добробут, працьовитість і традиції народу. Сучасне хлібопечення поєднує вікові технології з новітніми науковими досягненнями, що дозволяє виробляти широкий асортимент продукції з покращеними споживчими властивостями.

Сучасні тенденції хлібопечення орієнтовані не лише на поліпшення зовнішнього вигляду та смакових властивостей продукції, а й на підвищення її харчової цінності. Зростає інтерес до використання борошна з цільного зерна, безглютенових сумішей, функціональних інгредієнтів, зокрема харчових волокон, білкових концентратів, вітамінно-мінеральних комплексів, ферментних препаратів і природних антиоксидантів. Такі підходи сприяють створенню продуктів із покращеним амінокислотним складом, високою біологічною цінністю та тривалішим терміном зберігання.

Особливу увагу приділяють удосконаленню технологічних процесів тістоприготування та ферментації. Вивчаються нові штами дріжджів і заквасок, що дають змогу отримати більш стабільну структуру тіста, насичений аромат і м'яку, еластичну текстуру м'якушки. Оптимізація температурних і часових режимів дозволяє зменшити втрати поживних речовин, поліпшити органолептичні характеристики та забезпечити рівномірність випікання.

Інновації торкаються й технологічного обладнання. На сучасних підприємствах застосовують енергоощадні печі, автоматизовані лінії замісу та формування тіста, системи точного дозування сировини, що сприяє підвищенню ефективності виробництва та стабільності якості.

Дослідження у цій роботі спрямоване на вивчення технологічних особливостей виробництва хлібобулочних виробів та пошук шляхів їх оптимізації з урахуванням сучасних вимог до якості, безпечності та

ефективності виробництва. У роботі проаналізовано основні етапи технологічного процесу, охарактеризовано використання різних видів сировини та покращувачів, а також визначено можливості застосування інноваційних технологічних рішень.

**Мета дослідження** полягає у науковому обґрунтуванні та розробленні удосконаленої технології виробництва хлібобулочних виробів із підвищеними споживчими та технологічними показниками шляхом оптимізації рецептурного складу, режимів тістоприготування і випікання, а також впровадження сучасних методів контролю якості на всіх етапах виробничого процесу.

**Завдання дослідження:**

- здійснити аналітичний огляд сучасного стану хлібопекарської галузі та тенденцій розвитку технологій виготовлення хлібобулочних виробів;
- вивчити вплив основної та допоміжної сировини на структурно-механічні властивості тіста та якість готового продукту;
- провести порівняльний аналіз існуючих технологічних та розробити і обґрунтувати вдосконалену апаратурно-технологічну схему виробництва з урахуванням вимог енергоефективності та екологічної безпеки;
- сформулювати систему технохімічного та мікробіологічного контролю процесу, визначивши критичні контрольні точки (ККТ) для забезпечення стабільної якості продукції;
- надати практичні рекомендації щодо впровадження запропонованих технологічних рішень у промислових умовах.

## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Хлібобулочні вироби — це категорія харчових продуктів, виготовлених переважно з борошна з додаванням води, дріжджів або заквасок, солі та інших технологічних і функціональних інгредієнтів, шляхом комплексних фізико-хімічних та біохімічних процесів. Вони належать до групи основних продуктів харчування, що забезпечують організм енергією, вуглеводами, білками, харчовими волокнами, вітамінами та мінеральними речовинами, і водночас є важливою складовою раціону людини у більшості культур світу.

З наукової точки зору хлібобулочні вироби являють собою складні колоїдні системи, де взаємодія білків, крохмалю та води формує структуру тіста, а процеси ферментації та термічної обробки визначають органолептичні властивості кінцевого продукту — текстуру, пористість, аромат, смак і зовнішній вигляд. Хлібобулочні вироби включають широкий спектр продукції — від простих хлібів і батонів до здобних, дієтичних та функціональних виробів із підвищеною харчовою цінністю [1].

Хлібобулочні вироби представляють собою одну з основних категорій харчових продуктів, що характеризуються високим вмістом складних вуглеводів, білків, харчових волокон та мінеральних речовин. Вони є фундаментальною складовою раціону людини і забезпечують організм енергією, необхідною для життєдіяльності. З наукової точки зору, хлібобулочні вироби — це результати складних фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних процесів, що відбуваються в борошні, тісті та готовій продукції під час виробництва.

За сучасними класифікаційними критеріями хлібобулочні вироби поділяються на кілька основних груп:

### *Хліб формовий та подовий*

Формові хліби виготовляються у спеціальних формах, що забезпечує рівномірну форму та розмір виробу. Подові хліби випікаються без форми і відрізняються більш грубою скоринкою та підвищеною пористістю

м'якушки. Основними технологічними характеристиками є тип борошна, тривалість і температура бродіння, вологість і консистенція тіста [2].

#### *Батони та багети*

Вироби довгастої або циліндричної форми, що виготовляються з пшеничного борошна вищого гатунку. Особливістю технології є коротке бродіння та висока температура випікання, що забезпечує тонку скоринку та однорідну структуру м'якушки.

#### *Булочки та здобні вироби*

Це вироби, що містять підвищену кількість жиру, цукру, молочних продуктів або яєць. Здобні вироби відрізняються м'якою текстурою, насиченим смаком і характерним ароматом. Технологічні особливості включають більш тривале і контрольоване бродіння, а також використання покращувачів і емульгаторів для забезпечення однорідності м'якушки [3, 4].

#### *Дієтичні та спеціальні вироби*

До цієї категорії належать хлібобулочні вироби з обмеженим вмістом солі, жиру або цукру, безглютенові продукти, збагачені харчовими волокнами, білками або вітамінно-мінеральними комплексами. Технологія їх виготовлення вимагає точного дозування інгредієнтів і використання спеціалізованих заквасок або ферментних препаратів для підтримання структури тіста.

#### *Функціональні та збагачені продукти*

До цієї групи входять продукти з додаванням пророщеного зерна, насіння, рослинних білків, антиоксидантів та інших біологічно активних компонентів. Мета таких виробів — підвищення харчової цінності та користі для здоров'я споживача.

Хлібобулочні вироби відрізняються рядом характеристик, які безпосередньо визначають їх якість, споживчу цінність та харчову придатність. Одним із ключових показників є текстура м'якушки, яка формується в процесі замішування тіста та ферментації. Під час цього процесу білки борошна, насамперед глютен, взаємодіють з водою,

утворюючи еластичну та міцну глютену сітку, що забезпечує здатність тіста утримувати гази, які утворюються під час бродіння. Інтенсивність замісу, тривалість та температура ферментації суттєво впливають на рівномірність цієї структури, її пружність, еластичність і здатність до збільшення об'єму [5].

Пористість та об'єм виробів є важливими органолептичними показниками, що залежать від активності дріжджів, кислотності тіста, а також тривалості та температури бродіння. Високий рівень газотримувальної здатності тіста забезпечує формування рівномірної і стабільної пористої структури м'якушки, тоді як порушення технологічних режимів може призвести до надмірної щільності або нерівномірності пор.

Смак та аромат хлібобулочних виробів формуються під дією складних біохімічних процесів ферментації та термічної обробки під час випікання. У процесі бродіння дріжджі та молочнокислі бактерії утворюють етиловий спирт, органічні кислоти, діоксид вуглецю та леткі ароматичні сполуки, які визначають характерний смак і аромат продукції. Крім того, використання технологічних покращувачів, натуральних добавок, таких як молочні компоненти, жири, яйця, насіння або пророщене зерно, дозволяє посилити органолептичні властивості, збагачуючи ароматичний букет і покращуючи консистенцію м'якушки [6, 7].

Колір і товщина скоринки виробів є результатом фізико-хімічних перетворень, що відбуваються під час випікання. Карамелізація цукрів, реакція Майяра між амінокислотами та редукуючими цукрами, а також випаровування вологи визначають колір і текстуру скоринки. Тривалість випікання, температура та вологість печі, склад тіста та наявність цукру і жирів у рецептурі безпосередньо впливають на її товщину, хрусткість і рівномірність утворення кольору [8].

Термін зберігання хлібобулочних виробів залежить від ряду факторів, серед яких вологість продукту, рецептурні компоненти, включно з покращувачами, а також умови охолодження та пакування. Контроль

вологості і застосування бар'єрних упаковок дозволяють сповільнити процеси черствіння та втрату еластичності м'якушки, а використання харчових антиоксидантів і ферментних добавок може продовжити свіжість і покращити стабільність продукту.

Харчова цінність виробів визначається видом використовуюваного борошна, додатковими інгредієнтами та технологічними методами обробки, які забезпечують збереження біологічно активних компонентів. Використання цільозернового або збагаченого борошна підвищує вміст білків, клітковини, мінералів та вітамінів, а правильний режим замісу, бродіння та випікання дозволяє зберегти їх біологічну доступність [9].

Виробництво хлібобулочних виробів є складним багатостадійним технологічним процесом, який поєднує фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні перетворення сировини, спрямовані на отримання продукту з високими споживчими та харчовими властивостями. Основними завданнями цього процесу є забезпечення стабільної якості, привабливих органолептичних характеристик і безпечності готових виробів.

Технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів включає такі основні етапи: підготовку сировини, замішування тіста, його бродіння, оброблення, вистоювання, випікання, охолодження та пакування готової продукції [10, 11].

Підготовка сировини передбачає просіювання борошна для насичення його киснем, розчинення солі, цукру, жиру, підготовку дріжджів і води відповідної температури. Якість сировини визначає стабільність процесу і властивості тіста, тому на цьому етапі важливо здійснювати технохімічний контроль показників вологості, кислотності, активності ферментів та мікробіологічної чистоти [12].

Замішування тіста є одним із найважливіших технологічних етапів у виробництві хлібобулочних виробів, оскільки від нього значною мірою залежить якість кінцевого продукту. Під час цього процесу відбувається комплекс фізико-хімічних та механічних перетворень. Головним з них є

гідратація білків борошна, насамперед глютенів, які у присутності води набухають і формують міцну та еластичну сітку. Ця глютеніва матриця є основою структури тіста, вона забезпечує його здатність утримувати газ, що виділяються під час ферментації, і визначає пористість та об'єм м'якушки готового виробу.

Важливим аспектом процесу є інтенсивність і тривалість механічного впливу, оскільки надмірне замішування може руйнувати глютеніві волокна, роблячи тісто надто м'яким і липким, тоді як недостатнє перемішування призводить до нерівномірного розподілу вологи і поганої структури тіста. При цьому велике значення має температура тіста: оптимальна для замісу температура забезпечує активність ферментів та дріжджів, сприяє рівномірному гідратуванню білків і збереженню вологи [13].

Сучасні тістомісильні машини дозволяють контролювати параметри процесу з високою точністю. Регульована швидкість обертання діжі та лопатей забезпечує рівномірне перемішування інгредієнтів, формування однорідної структури тіста та зменшення тривалості замісу, що особливо важливо для масових виробництв. Крім того, автоматизовані системи контролю температури і вологості під час замішування дозволяють підтримувати стабільні фізико-хімічні показники тіста незалежно від змін у якості сировини [14, 15].

Ще однією особливістю процесу є інтеграція допоміжних компонентів, таких як покращувачі, емульгатори або ферментні препарати, які вводяться на етапі замісу для підвищення газотримувальної здатності, однорідності структури та тривалості свіжості готових виробів. Завдяки точному дозуванню цих компонентів і контрольованому перемішуванню забезпечується стабільність технологічного процесу та висока повторюваність характеристик продукції [16].

Ферментація — це комплекс біохімічних процесів, що відбуваються під впливом дріжджів або заквасок, і супроводжуються утворенням діоксиду

вуглецю, етилового спирту, органічних кислот та летких ароматичних сполук [17].

Під час ферментації відбувається активація ферментних систем борошна та дріжджів, що сприяє розщепленню крохмалю на прості цукри, білків на пептиди та амінокислоти, що є субстратом для дріжджових клітин. Діоксид вуглецю, що виділяється, утримується глютенною сіткою, завдяки чому тісто збільшує об'єм і формує пористу структуру м'якушки.

Основні режими ферментації включають контроль температури, вологості та часу, що залежать від типу тіста та виду виробу. Для пшеничних формових хлібів оптимальна температура ферментації становить 28–32 °С, при цьому відносна вологість у камері ферментації підтримується на рівні 75–80 %, що запобігає утворенню сухої кірки на поверхні тіста. Тривалість первинного бродіння зазвичай становить 60–90 хвилин, а вторинного вистоювання — 30–60 хвилин залежно від маси виробу. Для виробів із підвищеним вмістом жиру або цукру температура ферментації знижується до 25–27 °С, а час бродіння подовжується до 90–120 хвилин, щоб забезпечити повне утворення газу та розвиток аромату [18, 19].

Важливим параметром є тиск у тісті, що формується внаслідок газоутворення. Під час ферментації внутрішній тиск коливається від 0,02 до 0,05 МПа, що дозволяє глютенній сітці рівномірно розподіляти газові пори та забезпечувати стабільність форми виробу. Контроль цього параметра у промислових умовах здійснюється шляхом регулювання швидкості обертання тіста в діжі та використання спеціалізованих ферментаційних камер з автоматизованим моніторингом [20].

Крім температури і вологості, для забезпечення високої якості м'якушки важливо підтримувати однорідність тіста, уникати надмірного механічного впливу та своєчасно видаляти зайвий газ при необхідності. Для великих промислових ліній застосовують камери ферментації з регульованим мікрокліматом, де автоматично підтримується температура  $\pm 1$  °С, вологість

$\pm 3\%$ , а також подається рівномірний повітрообмін для запобігання підсушуванню поверхні тіста [21, 22].

У випадку виробів із закваскою (наприклад, житніх хлібів) оптимальна температура ферментації становить 22–26 °С, вологість 80–85 %, а тривалість бродіння може сягати 2–4 годин, що забезпечує розвиток кислоти та насиченого аромату за рахунок метаболічної активності молочнокислих бактерій [23].

Етап оброблення тіста є наступним після замішування та первинної ферментації і має вирішальне значення для формування структури, об'єму та зовнішнього вигляду хлібобулочних виробів. Цей процес передбачає послідовне виконання кількох технологічних операцій, кожна з яких впливає на кінцеві споживчі властивості продукції.

Першим етапом є поділ тіста на шматки відповідної маси. Ця операція дозволяє отримати заготовки стандартного розміру для конкретного виду виробу, що забезпечує однорідність пористості та рівномірність випікання. Поділ здійснюється вручну або на автоматичних лініях за допомогою механічних різаків і дозуючих пристроїв, які забезпечують точність  $\pm 1\text{--}2\%$  від необхідної маси [24, 25].

Наступним кроком є округлення заготовок, під час якого поверхня тіста вирівнюється, а внутрішня структура ущільнюється, формуючи однорідні пори. Округлення сприяє рівномірному розподілу газів у м'якушці, підвищує пружність виробу і забезпечує правильну форму під час випікання.

Після цього проводиться попереднє вистоювання, яке триває зазвичай 10–20 хвилин при температурі 28–32 °С та відносній вологості 75–80 %. У цей період глютенізація відновлює свою еластичність після механічного впливу під час поділу та округлення, а дріжджі активізують подальший газоутворюючий процес. Попереднє вистоювання сприяє підвищенню пластичності тіста, що полегшує його формування [26, 27, 28].

Формування тіста — це надання заготовкам остаточної форми відповідно до виду виробу: батони, булочки, здобні вироби або спеціальні

форми. На цьому етапі важливо зберегти цілісність газових пор і не порушити структуру глютенної матриці. Формування може здійснюватися вручну або за допомогою формувальних машин, що забезпечують точність розмірів та однорідність виробів.

Остаточне вистоювання є завершальним етапом оброблення і триває зазвичай 30–60 хвилин при тих же параметрах температури та вологості, що й попереднє вистоювання. Під час цієї операції відбувається активне накопичення газів у тісті, що забезпечує його значне збільшення в об'ємі, підвищує пористість м'якушки та формує правильну текстуру виробу. Відповідно до виду тіста і рецептури, вистоювання може відбуватися під контролем внутрішнього тиску, який забезпечує рівномірне розподілення газів і стабільність форми заготовки [29, 30].

Етап випікання є завершальним і найважливішим у технології виробництва хлібобулочних виробів, оскільки під час нього відбувається комплекс фізико-хімічних перетворень, які визначають остаточні органолептичні та споживчі властивості продукції. Випікання є процесом теплової обробки, у ході якого температура тіста підвищується до 90–98 °С у центрі виробу та до 180–220 °С на поверхні, залежно від типу та маси виробу [31].

Під час нагрівання відбувається коагуляція білків, що призводить до стабілізації структури м'якушки, надання їй пружності та здатності утримувати газові пори, утворені під час ферментації. Одночасно відбувається клейстеризація крохмалю, що сприяє формуванню однорідної текстури та підвищенню вологоутримувальної здатності м'якушки. Інтенсивне випаровування вологи з поверхні тіста формує скоринку: вона набуває характерного кольору і хрусткості завдяки реакції Майяра між амінокислотами білків і редукуючими цукрами, а також частковій карамелізації цукрів [32, 33].

У процесі випікання також формуються ароматичні сполуки, що забезпечують характерний запах готового виробу. Леткі компоненти, які

утворюються при термічній обробці білків і цукрів, поєднуються з продуктами ферментації, що створює багатий і збалансований аромат м'якушки та скоринки. Контроль температурного режиму та тривалості випікання дозволяє досягти необхідної пористості, об'єму та кольору готового виробу.

Після завершення випікання хліб підлягає охолодженню, яке проводиться при температурі 30–35 °С. Це необхідно для запобігання утворенню конденсату під час подальшого пакування, оскільки волога на поверхні виробу може спричинити розвиток мікроорганізмів, псування скоринки та втрату органолептичних властивостей [34].

Пакування хлібобулочних виробів здійснюється в матеріали, що забезпечують бар'єр для вологи, повітря та механічних пошкоджень. Найчастіше застосовуються поліетиленові пакети, багатошарові комбіновані плівки та інші харчові пакувальні матеріали, які підтримують оптимальну вологість і збереження аромату. Для виробів із тривалим терміном зберігання можуть використовуватися активні упаковки з антиоксидантами або модифікованим газовим середовищем (MAP), що сповільнює процеси черствіння та окислення [35, 36].

Зберігання готової продукції вимагає контролю температури та вологості. При кімнатній температурі (20–25 °С) хліб і булочні вироби зберігають свіжість зазвичай 24–48 годин, тоді як при використанні холодильних камер або спеціальних умов упаковки термін зберігання може бути продовжений до 5–7 діб для пшеничних і до 10–14 діб для виробів із додаванням покращувачів та консервантів. Раціонально організоване охолодження, пакування та контроль умов зберігання забезпечують підтримку органолептичних властивостей, еластичності м'якушки та безпеки хлібобулочних виробів протягом усього терміну реалізації [37].

Сучасні тенденції у виробництві хлібобулочних виробів передбачають застосування енергоефективного обладнання, автоматизованих систем керування технологічними процесами та моніторинг параметрів якості у

режимі реального часу. Велике значення має впровадження системи управління безпекою продукції — НАССР, яка дозволяє контролювати всі критичні точки, від приймання сировини до відвантаження готової продукції. Вона передбачає ідентифікацію критичних точок (ККТ) на кожному етапі виробництва, таких як отримання сировини, змішування, випікання та охолодження, і контроль за факторами ризику, що можуть вплинути на безпеку продукції, включно з мікробіологічними, фізичними та хімічними чинниками. Всі заходи регламентуються Державними санітарними правилами для підприємств харчової промисловості (ДСП) та стандартами ISO 22000, а також вимогами ДСТУ щодо хлібобулочних виробів [38].

Документування технологічного процесу передбачає ведення виробничих журналів, технологічних карт і інструкцій, де фіксуються всі етапи виробництва: змішування тіста, ферментація, оброблення, випікання, охолодження, пакування та зберігання. В обов'язковому порядку реєструються параметри технологічного режиму, такі як температура, вологість, тривалість бродіння та випікання, маса заготовок, використання інгредієнтів та покращувачів. Таке документування дозволяє відстежити технологічну дисципліну, забезпечити повторюваність характеристик готової продукції та проводити ефективний контроль у разі відхилень.

Особлива увага приділяється санітарно-гігієнічним вимогам, що охоплюють всі аспекти виробництва. До них належать: підтримання чистоти та дезінфекція виробничих приміщень, обладнання та інвентарю; контроль якості води, що використовується у виробництві; правильне зберігання сировини та готової продукції; контроль особистої гігієни працівників; дотримання температурних режимів і вологості на всіх етапах оброблення та зберігання тіста.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

**Матеріалом** для виконання кваліфікаційної роботи були хлібобулочні вироби, зокрема класичні батони.

**Об'єкт дослідження:** пшеничне борошно, дріжджі, вода, цукор, сіль, рослинні олії, жири, молочні компоненти, насіння та зерна, покращувачі, а також готові хлібобулочні вироби.

**Предмет дослідження:** нова рецептура та технологія виготовлення хлібобулочних виробів, розроблені в межах даної роботи, а також промислові зразки, що застосовуються у сучасному пекарському виробництві для підвищення харчової цінності, смакових властивостей та тривалості зберігання продукції.

**Таблиця 1. Основні етапи методології дослідження хлібобулочних виробів**

Етап дослідження	Мета та зміст етапу
1. Аналіз літературних джерел	Вивчення сучасних технологій виробництва хлібобулочних виробів, рецептур, інновацій та стандартів
2. Вибір сировини	Визначення видів борошна, покращувачів, добавок та їхніх характеристик
3. Розробка рецептур	Формування експериментальних рецептів для покращення якості, текстури та харчової цінності виробів
4. Технологічні експерименти	Вивчення впливу режимів замішування, ферментації, вистоювання та випікання на властивості виробів
5. Аналіз якості готової продукції	Оцінка органолептичних та мікробіологічних показників
6. Оптимізація технологічного процесу	Вдосконалення рецептур на основі результатів досліджень
7. Висновки та рекомендації	Формування обґрунтованих рекомендацій для виробництва

У процесі проведення досліджень здійснювали відбір проб класичних батонів для подальшого визначення комплексу показників, що характеризують їх якість, безпечність та споживні властивості. Відібрані зразки піддавали органолептичній оцінці відповідно до вимог ДСТУ 7517:2014 та ДСТУ 4581:2006, з урахуванням таких параметрів, як зовнішній вигляд, форма, колір скоринки та м'якушки, консистенція, смак і запах.

Визначення фізико-хімічних показників проводили за стандартними методиками, прийнятими у хлібопекарній промисловості. Вологість визначали висушуванням проби масою 5 г при температурі  $130 \pm 2$  °C до сталої маси. Кислотність тіста та готових виробів встановлювали титруванням 10 г подрібненої проби 0,1 н розчином NaOH з використанням фенолфталеїну як індикатора, результати виражали в градусах кислотності (°). Пористість м'якушки визначали за об'ємом витісненої рідини при зануренні зразка масою 25 см<sup>3</sup>, отримане значення виражали у відсотках. Масову частку цукрів визначали методом Фелінга, а жиру — екстрагуванням у апараті Сокслета з подальшим підрахунком результатів у відсотках до маси сухої речовини. Усі вимірювання проводили в триразовій повторності, після чого обчислювали середні значення з урахуванням стандартного відхилення.

Додатково здійснювали структурно-механічний аналіз тіста з метою виявлення змін у його пластичності, еластичності та газоутворювальній здатності. Для підтвердження мікробіологічної безпечності проводили контроль за кількістю мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, а також визначали наявність пліснявих грибів у дослідних і контрольних зразках.

Отримані результати підлягали економічній оцінці ефективності впроваджених технологічних удосконалень, що дозволяло комплексно визначити доцільність застосування нових рецептурних компонентів і режимів виробництва. Статистичну обробку експериментальних даних проводили методами математичної статистики для перевірки достовірності отриманих результатів та визначення рівня варіацій у межах вибірки.

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

### 3.1 Вимоги до сировини та матеріалів

Підприємство хлібопекарного профілю спеціалізується на випіканні класичних батонів із пшеничного борошна вищого сорту. Середня добова виробнича потужність становить приблизно 3 тис. шт. батонів вагою 500 г кожен, що відповідає 1,5 т продукції на добу.

Класичний батон є одним із базових видів хлібобулочних виробів, що характеризується типовою подовженою формою, пористою м'якушкою та тонкою скоринкою золотистого відтінку. Його рецептура є фундаментальною для хлібопекарної промисловості та служить основою для розробки багатьох різновидів батонів і виробів з додатковими компонентами.

Для забезпечення стабільності органолептичних, фізико-хімічних та технологічних показників наведено рецептуру класичного батона у відсотках від маси тіста, а також з кількістю компонентів у грамах на стандартний заміс. Такий підхід дозволяє контролювати точність дозування, прогнозувати властивості тіста та готового виробу, а також уніфікувати процес виробництва.

**Таблиця 2. Рецептура класичного батона**

Компонент	Масова частка (%)	Кількість на 1 кг тіста (г)
Борошно пшеничне вищого сорту	60–62	600–620
Вода питна	30–32	300–320
Дріжджі пресовані	1,0–1,5	10–15
Сіль кухонна	0,7–0,8	7–8
Цукор-пісок	0,9–1,0	9–10
Рослинна олія	0,9–1,0	9–10

Аналіз наведеної рецептури класичного батона дозволяє зробити кілька важливих висновків щодо співвідношення компонентів та їх впливу на якість

виробу. У рецептурі домінує пшеничне борошно, що складає більшу частину маси тіста, і в кілька разів перевищує кількість води, дріжджів та інших допоміжних компонентів, забезпечуючи формування клейковинної структури і пористої м'якшки. Вода займає близько третини маси тіста, що дозволяє забезпечити оптимальну консистенцію та пластичність тіста для формування батона. Дріжджі, сіль, цукор та жирові компоненти використовуються в значно менших кількостях, при цьому дріжджі в десятки разів менші за борошно і лише в кілька разів перевищують сіль та цукор, забезпечуючи активне бродіння та правильний підйом тіста. Жирові компоненти, хоча й складають невелику частку рецептури, відіграють ключову роль у підвищенні м'якості м'якшки та покращенні органолептичних властивостей. Така пропорційна структура рецептури відображає класичний підхід до приготування батона, де основні фізико-хімічні та технологічні характеристики формуються взаємодією домінуючого борошна з оптимальною кількістю води та регулюючих дріжджів і допоміжних добавок.

Загальна маса тіста для одного замісу — 1,2–1,3 кг, що забезпечує виготовлення 2–3 батонів по 500 г залежно від технологічних втрат.

Для виготовлення хлібобулочних виробів використовували сировину, що відповідала вимогам чинних нормативних документів, зокрема ДСТУ, ГОСТ та ТУ, які регламентують показники якості та безпечності харчових продуктів.

Основною сировиною для виробництва виступало пшеничне борошно вищого та першого сортів, яке повинно відповідати вимогам ДСТУ 46.004-99 за такими показниками: вологість не більше 15,0 %, масова частка сирої клейковини не менше 28 %, білизна — не нижче 36 од., кислотність — не більше 3,0 град.. Борошно мало бути сухим, без грудкування, з типовим для сорту запахом і смаком, без ознак затхлості чи пліснявіння.

Дріжджі пресовані хлібопекарські відповідали вимогам ДСТУ 4810:2007, характеризувалися чистим дріжджовим запахом, однорідною консистенцією та вмістом живих клітин не менше 70 %. Активність дріжджів

перевіряли за показником підйомної сили, яка мала забезпечувати підйом тіста протягом  $60 \pm 5$  хв.

Сіль кухонна харчова застосовувалася відповідно до ДСТУ 3583:2015 з масовою часткою NaCl не менше 97 %. Цукор-пісок відповідав вимогам ДСТУ 4623:2006, мав бути білим, сипким, без сторонніх присмаків, з масовою часткою сахарози не менше 99,7 %.

Вода питна відповідала санітарним нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10, була прозорою, без кольору, запаху і присмаку, з жорсткістю не більше 7,0 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Додатково використовували жирові компоненти (рослинні олії та маргарин), які відповідали ДСТУ 4465:2005 за показниками кислотного числа не вище 1,5 мг КОН/г та відсутністю стороннього запаху.

Покращувачі якості тіста, ферментні препарати та емульгатори вводили згідно з технічними умовами виробника і дозували у межах, визначених технологічною інструкцією. Всі допоміжні матеріали супроводжувалися сертифікатами відповідності та висновками санітарно-епідеміологічної експертизи.

З метою підвищення біологічної цінності класичного батона до його рецептури було введено спіруліну, що є багатим джерелом білка, вітамінів і мінеральних речовин. Використання цього компонента дозволяє не тільки збільшити харчову цінність виробу, а й покращити його функціональні властивості без суттєвого впливу на органолептичні показники.

**Таблиця 3. Рецептура класичного батона з додаванням спіруліни**

<b>Компонент</b>	<b>Масова частка (%)</b>	<b>Кількість на 1 кг тіста (г)</b>
Борошно пшеничне вищого сорту	58–60	580–600
Вода питна	30–32	300–320
Дріжджі пресовані	1,0–1,5	10–15
Сіль кухонна	0,7–0,8	7–8
Цукор-пісок	0,9–1,0	9–10
Рослинна олія / маргарин	0,9–1,0	9–10
Спіруліна суха	1,0–1,5	10–15

Аналіз рецептури класичного батона з додаванням спіруліни показує типовий розподіл компонентів за функціональними групами. Борошно залишається базовим і домінуючим інгредієнтом, формуючи основу структури тіста та забезпечуючи розвиток клейковини і пористої м'якушки. Вода виконує роль пластифікатора, підтримуючи оптимальну консистенцію та еластичність тіста, що необхідно для правильного підйому виробу. Дріжджі, сіль, цукор та жирові компоненти вводяться у невеликих кількостях і регулюють процес бродіння, смакові властивості та текстуру м'якушки.

Додавання спіруліни забезпечує збагачення батона білком, вітамінами та мінеральними речовинами, підвищуючи його біологічну цінність без порушення традиційної технології та органолептичних характеристик виробу. Загалом, структура рецептури відображає класичний підхід до приготування батона, де основні фізико-хімічні та технологічні властивості формуються співвідношенням базових і допоміжних компонентів, а функціональна добавка інтегрується таким чином, щоб підтримувати баланс між харчовою цінністю та якістю готового продукту.

### 3.2 Продуктовий розрахунок

Розрахунок проведено на 1,5 т продукції на добу. Для удосконаленої рецептури батона зі спіруліною додатково враховано її водопоглинальну здатність та вплив на реологію тіста.

**Таблиця 4. Кількості інгредієнтів для 1500 кг продукції**

Компонент	Класичний батон (кг)	Батон зі спіруліною (кг)
Борошно	915,00	885,00
Вода	465,00	465,00
Дріжджі	18,75	18,75
Сіль	11,25	11,25
Цукор	14,25	14,25
Олія	14,25	14,25
Спіруліна	—	18,75

Наведені дані таблиці, у якій порівнюються кількості інгредієнтів для виробництва 1,5 т готової продукції за класичною рецептурою батона та за

рецептурою, удосконаленою шляхом введення спіруліни, демонструють помітні технологічні та формуляційні відмінності між двома варіантами. Основна зміна стосується перерозподілу сухих компонентів і корекції борошняної частки, що безпосередньо пов'язано з водопоглинальною здатністю спіруліни та її здатністю впливати на структуроутворення тіста. У класичному рецепті масова частка борошна становить 915 кг, тоді як у варіанті зі спіруліною вона зменшується до 885 кг, тобто на 30 кг (приблизно 3,3%). Це зниження компенсує введення 18,75 кг порошку спіруліни та враховує її значну здатність пов'язувати воду, завдяки чому не потребується збільшення дозування рідини. Водночас кількість води у двох рецептурах залишається незмінною — 465 кг. Це свідчить про те, що спіруліна бере участь у регулюванні реології тіста, зокрема змінює його в'язко-пружні характеристики, поглинаючи частину вологи, яка у класичному варіанті забезпечувала гідратацію борошна. Наявність цього інгредієнта може сприяти ущільненню структури тіста, підвищенню його формостійкості та зниженню ризику розрідження на етапі бродіння.

Інші компоненти — дріжджі (18,75 кг), сіль (11,25 кг), цукор (14,25 кг) та олія (14,25 кг) — залишаються ідентичними в обох рецептурах, що вказує на незмінність основних ферментативних, органолептичних та технологічних параметрів процесу. Це означає, що внесення спіруліни не потребує корекції інтенсивності бродіння, мінерального балансу чи енергетичного субстрату для дріжджів. Таким чином, удосконалена рецептура спрямована насамперед на функціональне збагачення батона білково-вітамінними компонентами спіруліни без порушення стабільності технологічного процесу.

Додавання 18,75 кг спіруліни на 1500 кг продукції становить приблизно 1,25% маси готового тіста, що є достатнім для надання виражених функціональних властивостей (антиоксидантної активності, підвищеного білкового вмісту, введення мікроелементів) та зміни кольору виробу, але не є надмірним для порушення технологічних характеристик. Баланс сухих складових у рецептурі зі спіруліною свідчить про адаптивний підхід до

компенсації зміни реології: часткове зменшення борошна усуває можливе надмірне загущення тіста, яке могло б виникнути при незмінному дозуванні інших компонентів.

Таким чином, технологічний аналіз таблиці показує, що введення спіруліни здійснено з урахуванням її специфічних фізико-хімічних властивостей. Корекція борошняної частки забезпечує стабільну консистенцію тіста, оптимальну його гідратацію та збереження технологічних режимів для виробництва 1,5 т батонів на добу. Рецептūra залишається керованою, прогнозованою та придатною для промислового впровадження, водночас сприяючи підвищенню харчової цінності готової продукції.

### **3.3 Апаратурно-технологічне забезпечення**

За виробничою потужністю хлібобулочного підприємства виконуються розрахунки кількості та підбір технологічного і допоміжного обладнання відповідно до прийнятої технологічної схеми, результатів продуктових розрахунків, матеріальних балансів та потужності серійного обладнання. При підборі обладнання надають перевагу сучасним серійним апаратам, які забезпечують стабільну продуктивність, повністю задовольняють технологічні вимоги та відповідають об'єму виробництва конкретної операції.

Для замісу тіста класичного батона та батона зі спіруліною використовується спіральний тістоміс ємністю 500 кг тіста за цикл із потужністю електродвигуна 18 кВт. Температура тіста після замісу підтримується на рівні 28–30 °С, вологість становить 41–43 % для класичного батона та 42–44 % для батона зі спіруліною. Тривалість замісу складає 10 хвилин, проте для батона зі спіруліною час замісу збільшується на 1–2 хвилини через введення білково-полімерних добавок, які впливають на еластичність і структуру тіста. Масова частка борошна в рецептурі складає 600 г на кг тіста, води 310–311 г, дріжджів 12 г, солі 7,5 г, цукру 9,5 г, жиру

або олії 9,5 г, а спіруліни для збагаченої продукції вводиться 6 г, що відповідає 1 % від маси борошна.

Бродіння та розстойка проводяться в камерах расстойки об'ємом 3 м<sup>3</sup>, які забезпечують підтримку температури 28–30 °С та відносної вологості 75–80 %. Тривалість бродіння класичного батона складає 150–180 хвилин, тоді як для батона зі спіруліною вона становить 160–190 хвилин через дещо знижену активність дріжджів у білково-полімерному середовищі. Камери дозволяють одночасно обробляти до 500 кг тіста, що забезпечує рівномірне підвищення пористості м'якушки та збереження водного балансу у виробі.

Формування батонів здійснюється на конвеєрних формувальних машинах продуктивністю 400 штук за годину. Довжина батона регулюється в межах 25–30 см, а рівномірне введення добавок, таких як спіруліна, забезпечується шнековими дозаторами ємністю 30 кг з точністю  $\pm 0,5$  %. Формування гарантує стабільність форми, однорідну структуру тіста та рівномірний розподіл газових бульбашок у м'якушці.

Випікання здійснюється у промислових конвекційних та ротаційних печах довжиною 8–12 м і шириною конвеєра 1,5 м, продуктивність яких становить 250–400 кг батонів за годину. Температура випікання для класичного батона підтримується в межах 220–230 °С, тоді як для батона зі спіруліною вона трохи нижча і становить 215–225 °С з метою збереження хлорофілу та фікоціаніну. Усушка під час випікання для класичного батона становить 8–10 %, а для батона зі спіруліною 8–8,5 %, тривалість процесу – 20–25 хвилин. Контроль температури і вологості забезпечує рівномірне пропікання, формування хрусткої кірки та збереження кольору і аромату м'якушки.

Після випікання батони охолоджуються на конвеєрних охолоджувачах довжиною 5–6 м за температури 25–30 °С протягом 15–20 хвилин, що дозволяє уникнути конденсації вологи та забезпечити збереження структури м'якушки. Готова продукція фасується на пакувальних машинах

продуктивністю 200–300 штук за годину в поліетиленові або паперові пакети, що зберігає свіжість, ароматичні властивості та запобігає висиханню.

**Таблиця 5. Специфікація технологічного та допоміжного обладнання**

Назва, тип (марка) обладнання	Кількість	Технічна характеристика	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість роботи двигуна, год/добу	Примітка
Спіральний тістоміс «Rondo»	1	Ємність 500 кг тіста/цикл, D=2200 мм, H=1800 мм	18	8	Rondo
Конвеєрна камера для бродіння та розстойки «Sveba»	2	Об'єм 3 м <sup>3</sup> , температура 28–30 °С, відносна вологість 75–80 %	2,2	8	Sveba
Конвеєрна формувальна машина «Reiser»	1	Продуктивність 400 шт./год, довжина батона 25–30 см	4	8	Reiser
Шнековий дозатор для добавок «Vemag»	1	Ємність 30 кг, точність ±0,5 %	1,5	8	Vemag
Конвекційна піч «MIWE»	1	Довжина 10 м, ширина конвеєра 1,5 м, температура 220–230 °С	12	8	MIWE
Конвеєрний охолоджувач «Bühler»	1	Довжина 5–6 м, температура охолодження 25–30 °С	3	8	Bühler
Пакувальна машина «Bosch»	1	Продуктивність 200–300 шт./год, фасування в поліетилен/папір	2	8	Bosch
Ємність для реактивації дріжджів «Scharfen»	2	V=30 л, D=400 мм, H=800 мм, маса 40 кг	-	-	Scharfen

### 3.4 Опис технології

Процес виробництва батона починається з підготовки сировини, яка включає борошно пшеничне вищого сорту, воду, дріжджі пресовані, сіль, цукор, жир або олію, а у випадку збагаченого батона — спіруліну. Вологість тіста встановлюється на рівні 41–43 % для класичного батона і 42–44 % для батона зі спіруліною. Всі компоненти ретельно зважуються та подаються до тістоміса. Заміс здійснюється у спіральних тістомісильних машинах ємністю 500 кг тіста за цикл. Під час замісу відбувається рівномірне змішування борошна, води та інших інгредієнтів, формування клейковинного каркасу та насичення тіста киснем, що забезпечує розвиток пористої структури майбутньої м'якушки. Температура тіста після замісу підтримується на рівні 28–30 °С, тривалість замісу складає 10 хвилин для класичного батона та 11–12 хвилин для батона зі спіруліною через додаткове введення білково-полімерної добавки.

Після замісу тісто надходить на первинне бродіння та розстойку в спеціалізовані конвеєрні камери об'ємом 3 м<sup>3</sup>. У цих камерах підтримується температура 28–30 °С, відносна вологість повітря 75–80 %, а швидкість циркуляції повітря становить 0,5–0,7 м/с, що забезпечує рівномірний тепловий і вологообмін у всьому об'ємі тіста. Тривалість бродіння класичного батона складає 150–180 хвилин, тоді як для батона зі спіруліною вона збільшується до 160–190 хвилин через дещо знижену активність дріжджів у білково-полімерному середовищі. У процесі бродіння відбувається активне розпушування тіста, формування газових бульбашок діаметром 0,5–2 мм, розвиток сітки клейковини, а також синтез летких ароматичних компонентів, що впливають на органолептичні властивості майбутнього виробу. Тиск у камері підтримується на рівні атмосферного, із допустимими коливаннями  $\pm 0,02$  МПа, що запобігає деформації структури тіста.

Процес бродіння тіста для батона дійсно включає кілька етапів, кожен з яких має свої фізико-хімічні особливості, що впливають на якість м'якушки та кінцевий об'єм виробу:

### 1. Первинне (інтенсивне) бродіння

На цьому етапі, який триває близько 50–70 хвилин для класичного батона і 60–80 хвилин для батона зі спіруліною, відбувається активна ферментація дріжджів. Дріжджі розщеплюють доступні цукри, що надходять з борошна, утворюючи вуглекислий газ і спирт. Газові бульбашки починають формуватися і розподілятися в тісті, створюючи перші зачатки пористої структури м'якушки. Температура тіста підтримується на рівні 28–30 °С, відносна вологість повітря у камері 75–80 %, тиск близький до атмосферного ( $\pm 0,02$  МПа). На цьому етапі білки клейковини починають формувати структурну сітку, яка утримує газові бульбашки та визначає еластичність тіста.

### 2. Розпушування та рівномірне розподілення газу

Після первинного бродіння тісто піддається періодичному перемішуванню або акуратному відсаджуванню на камеру другої стадії. Тривалість цього етапу — 30–50 хвилин. В результаті відбувається більш рівномірний розподіл газових бульбашок діаметром 0,5–2 мм по всьому об'єму тіста, зміцнення клейковинної сітки, а також починається частковий синтез летких ароматичних компонентів, що забезпечують характерний запах і смак майбутнього батона.

### 3. Доброджування (друге бродіння, розстойка)

На цьому етапі тісто набуває остаточної форми та об'єму. Тривалість доброджування для класичного батона складає 50–60 хвилин, для батона зі спіруліною — 60–70 хвилин через дещо знижену активність дріжджів у середовищі з добавкою. Температура і вологість у камері залишаються 28–30 °С та 75–80 %, а тиск підтримується атмосферним. У цей час відбувається максимальне наповнення тіста газом, формування остаточної пористості

м'якушки та інтенсивне накопичення летких ароматичних речовин. Тісто набуває необхідної еластичності та пластичності для формування батонів.

Формування батонів здійснюється на конвеєрних формувальних машинах продуктивністю 400 штук за годину. Під час формування довжина батона регулюється в межах 25–30 см, ширина – 5–6 см, а введення добавок, таких як спіруліна, здійснюється через шнекові дозатори ємністю 30 кг з точністю  $\pm 0,5$  %. Швидкість конвеєра становить 0,8–1,0 м/с, що забезпечує рівномірне формування кожного виробу. Під час цієї операції відбувається додаткове вирівнювання газових бульбашок у м'якущі та формування поверхні батона, що впливає на його кінцеву текстуру і однорідність пористості.

Випікання проводиться у промислових конвекційних та ротаційних печах довжиною 8–12 м і шириною конвеєра 1,5 м. Температура у випічному каналі для класичного батона підтримується на рівні 220–230 °С, для батона зі спіруліною – 215–225 °С. Тривалість перебування батона в печі складає 20–25 хвилин, причому усушка при випіканні для класичного батона становить 8–10 %, а для батона зі спіруліною 8–8,5 %. У печі підтримується відносна вологість повітря 5–10 %, тиск близький до атмосферного. Під час випікання відбувається коагуляція білків, желатинізація крохмалю, інтенсивне випаровування вологи з поверхні м'якушки, формування хрусткої золотистої кірки та розвиток характерного аромату. Підвищена температура обдування конвекційного повітря 0,6–0,8 м/с сприяє рівномірному пропіканню та формуванню однорідної структури пористої м'якушки.

Після завершення випікання батони надходять на конвеєрні охолоджувачі довжиною 5–6 м, де температура повітря підтримується на рівні 25–30 °С, відносна вологість – 60–65 %, швидкість повітря – 0,3–0,5 м/с. Час охолодження становить 15–20 хвилин, що дозволяє стабілізувати внутрішню пористу структуру м'якушки та уникнути конденсації вологи на поверхні батона, забезпечуючи збереження кольору, аромату і текстури виробу.

Готові батони надходять на пакувальні машини продуктивністю 200–300 штук за годину, де вони фасуються у поліетиленові або паперові пакети. Тиск при герметизації упаковки підтримується на рівні 0,02–0,03 МПа, що дозволяє запобігти деформації виробу та втраті вологи. У результаті дотримання зазначених технологічних параметрів забезпечується стабільна якість батона, рівномірна пористість м'якушки, правильна усушка та високі органолептичні показники готової продукції, включаючи аромат, смак, колір та еластичність м'якушки.

**Таблиця 6. Етапи технологічного процесу виробництва батона**

Етап технологічного процесу	Тривалість, хв	Температура, °С	Вологість, %	Тиск, МПа	Додаткові параметри
Заміс тіста	10–12	28–30	41–44	-	Потужність тістоміса 18 кВт, ємність 500 кг
Первинне бродіння	50–70	28–30	75–80	0,98–1,02	Формування перших газових бульбашок 0,5–2 мм
Розподіл газу та додаткове розпушування	30–50	28–30	75–80	0,98–1,02	Підсилення клейковинної сітки, рівномірний об'єм
Доброджування / розстойка	50–70	28–30	75–80	0,98–1,02	Остаточне формування об'єму та еластичності
Формування батонів	6–8	28–30	41–43	-	Продуктивність 400 шт./год, шнековий дозатор $\pm 0,5$ %
Випікання	20–25	220–230 (класичний) / 215–225 (зі спіруліною)	5–10	-	Усушка 8–10 % / 8–8,5 %, довжина печі 8–12 м, конвеєр 1,5 м
Охолодження	15–20	25–30	60–65	-	Конвеєр довжиною 5–6 м, швидкість повітря 0,3–0,5 м/с
Упаковка	—	20–25	40–50	0,02–0,03	Продуктивність 200–300 шт./год

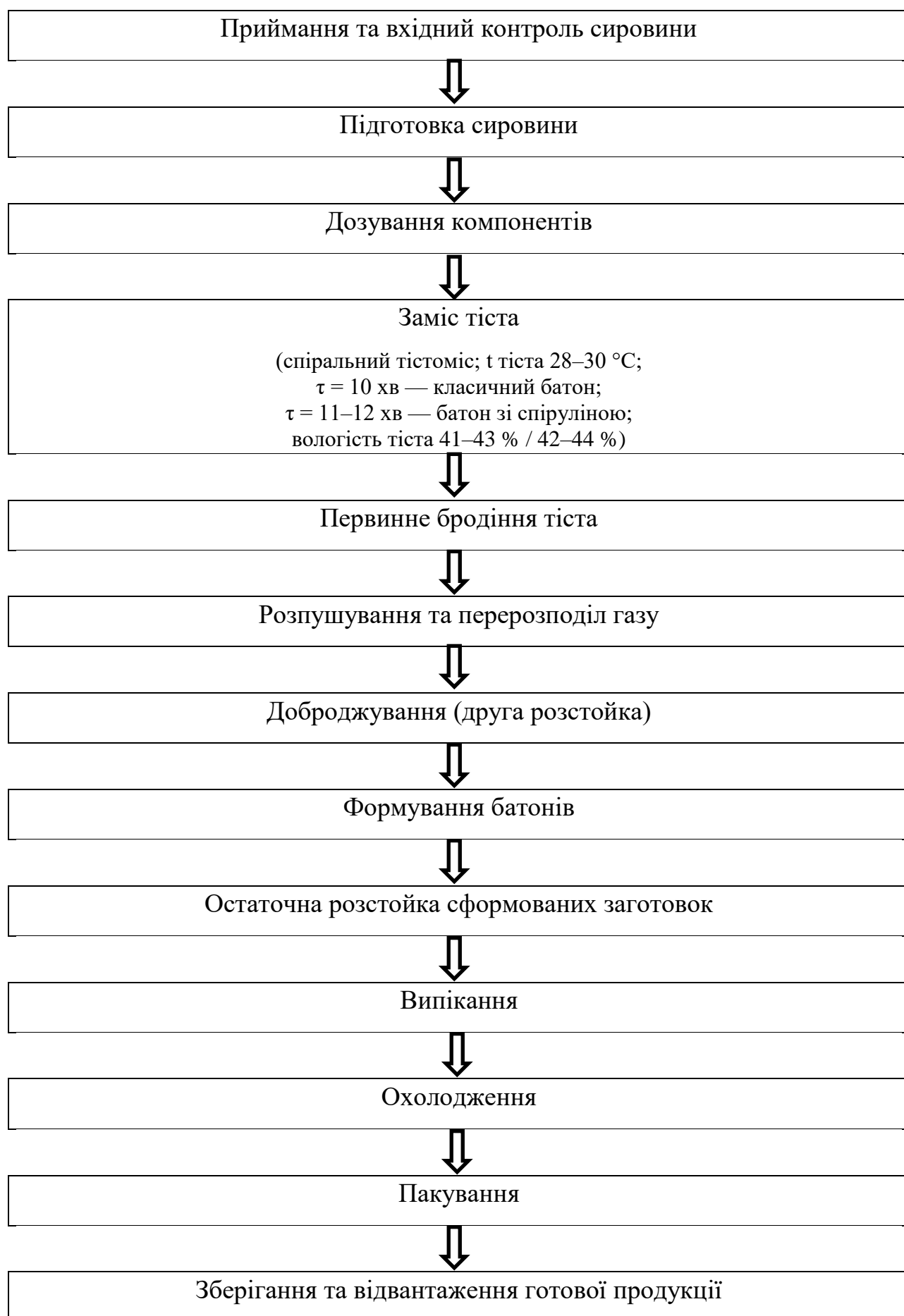


Рис 1. Технологічна схема виготовлення батонів

## РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ

Контроль безпеки та якості хлібобулочних виробів є невід'ємною складовою технологічного процесу, що забезпечує відповідність продукції встановленим санітарно-гігієнічним, органолептичним та фізико-хімічним нормам. Даний контроль включає комплекс органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та технологічних досліджень, спрямованих на забезпечення стабільної якості виробів, тривалості зберігання та безпеки для споживача.

Органолептичний контроль здійснюється на всіх етапах виробництва та включає оцінку зовнішнього вигляду, кольору, м'якості, смаку, запаху та структури виробу. Для батонів оцінка проводиться за встановленими стандартами ДСТУ 3582-97, з урахуванням відповідності розміру, форми та усушки. У батонів зі спіруліною додатково контролюється однорідність зеленого забарвлення м'якості та рівномірність розподілу добавки, що впливає на органолептичні властивості та сприйняття продукту споживачем.

**Таблиця 7. Органолептичні показники**

Показник	Класичний батон	Батон зі спіруліною	Норма (ДСТУ 3582-97)
Зовнішній вигляд	Однорідна форма, без тріщин	Однорідна форма, рівна поверхня, зелений відтінок	Однорідна, без деформацій
Колір	Золотисто-коричневий	Золотистий з легким зеленим відтінком	Відповідає типу виробу
М'якість	Пориста, однорідна, еластична	Пориста, однорідна, злегка зелена, еластична	Пористість рівномірна, без крупних порожнин
Запах	Хлібний, без сторонніх запахів	Хлібний з нотками спіруліни, без сторонніх запахів	Природний, приємний
Смак	Хлібний, без кислоти	Хлібний з легкою трав'яною гіркуватістю від спіруліни	Природний, без сторонніх смаків
Текстура м'якості	М'яка, еластична	М'яка, еластична	М'яка, еластична, без клейкості
Усушка	8–10 %	8–8,5 %	Не більше 12 % для батона

Фізико-хімічний контроль включає визначення вмісту вологи, сухих речовин, рН, кислотності, рівня усушки, клейковинного показника та кількості екстрактивних речовин. Вологість м'якучки батона повинна відповідати 41–44 %, а усушка не перевищувати 10 %. Ці параметри безпосередньо впливають на текстуру, свіжість та термін зберігання виробу. Контроль кислотності здійснюється для запобігання розвитку небажаних мікроорганізмів та забезпечення оптимального середовища для процесу випікання. Для батонів зі спіруліною додатково оцінюється стабільність пігменту при термічній обробці та його вплив на смакові характеристики.

Мікробіологічний контроль спрямований на забезпечення безпечності продукту. Він включає визначення загальної кількості мікроорганізмів, патогенних бактерій (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*), дріжджів і пліснявих грибів. Показники мікробіологічної чистоти регламентуються ДСТУ 3582-97 та санітарними нормами, і є обов'язковими для всіх хлібобулочних виробів. Особлива увага приділяється контролю наявності сторонніх мікроорганізмів у батоні зі спіруліною, оскільки введення біологічно активної добавки може змінювати рН та водно-активні властивості тіста, що впливає на життєздатність мікрофлори.

Технологічний контроль включає оцінку відповідності режимів замісу, бродіння, випікання та охолодження встановленим параметрам. Використання сучасних систем автоматичного контролю температури, вологості та часу дозволяє зменшити ризик технологічних помилок, забезпечити стабільність виробничого процесу та якість готового продукту. Для батонів зі спіруліною контроль включає також точність дозування добавки ( $\pm 0,5$  % від маси борошна) та її рівномірне розподілення у виробі.

Крім цього, контроль якості продукції передбачає визначення тривалості зберігання та стійкості органолептичних та фізико-хімічних показників протягом усього терміну придатності. Для цього використовуються лабораторні та сенсорні методи дослідження, що дозволяють встановити оптимальні умови пакування, транспортування та зберігання батонів. Важливим є також оцінювання біохімічної стабільності спіруліни в м'якушці та її впливу на термін зберігання виробу.

**Таблиця 8. Схема контролю на виробництві хлібобулочних виробів**

Етап виробництва	Контрольні параметри	Метод контролю	Норма / стандарт	Частота контролю
Сировина	Якість борошна, цукру, солі, жиру, дріжджів, спіруліни	Органолептична оцінка, фізико-хімічні аналізи	ДСТУ 3582-97, технічні умови виробника	Кожна партія
Заміс тіста	Вологість, температура, однорідність тіста	Вимір вологи, термометрія, візуальний огляд	Вологість 41–44 %, температура 28–30 °С	Кожен заміс
Первинне бродіння	Температура, вологість, час, об'єм газу	Термометрія, гігromетрія, сенсорний контроль	Температура 28–30 °С, вологість 75–80 %	Кожна камера, постійно
Розстойка / доброджування	Температура, вологість, тривалість, об'єм тіста	Термометрія, гігromетрія, вимір висоти тіста	Температура 28–30 °С, тривалість 50–70 хв	Кожна камера
Формування батонів	Довжина, маса, рівномірність газових бульбашок, точність введення добавок	Лінійка, зважування, візуальний контроль	Довжина 25–30 см, маса $\pm 5$ % від норми	Кожен цикл формування
Випікання	Температура, час, усушка, колір кірки	Термометрія, таймер, сенсорна оцінка	Температура 220–230 °С, усушка 8–10 %	Кожна партія
Охолодження	Температура, час охолодження	Термометрія, таймер	Температура 25–30 °С, час 15–20 хв	Кожна партія
Готовий продукт / упаковка	Вологість, маса, органолептичні показники, герметичність пакування	Вимір вологості, зважування, сенсорний контроль, тиск упаковки	Усушка $\leq 10$ %, маса $\pm 5$ %, відсутність пошкоджень	Кожна партія

Мікробіологічний контроль	Загальна кількість мікроорганізмів, патогени, дріжджі і пліснява	Мікробіологічні дослідження, культуральні методи	Відповідність ДСТУ 3582-97, санітарні норми	Партійно, 1–2 рази на зміну
Контроль функціональних добавок	Однорідність розподілу, стабільність пігменту спіруліни	Органолептична оцінка, спектрофотометрія	Рівномірне забарвлення, відсутність осадження	Кожна партія з добавкою

Таким чином, контроль безпечності та якості хлібобулочних виробів є комплексним процесом, який охоплює всі стадії виробництва від підготовки сировини до пакування готового продукту. Систематичне застосування органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та технологічних методів контролю забезпечує високі показники якості та безпечності продукції, задовольняє нормативні вимоги та споживчі очікування. Особливої уваги потребує контроль виробів з функціональними добавками, таких як спіруліна, для збереження їх біологічної активності та органолептичних властивостей при дотриманні стандартних технологічних режимів.

Основними джерелами мікробної інфекції у хлібобулочному виробництві є сировина (борошно, вода, цукор, жир, дріжджі), допоміжні добавки (спіруліна, мак, насіння), повітря у виробничих приміщеннях, обладнання (тістомісильні машини, формувальні та випікальні лінії, конвеєри, охолоджувачі), комунікації та транспортні засоби, пакувальні матеріали, а також одяг і взуття персоналу, предмети особистого користування. Недотримання санітарних норм на будь-якому з цих етапів може призвести до розвитку небажаної мікрофлори у тісті та готовому батоні.

Процес виявлення мікроорганізмів у хлібобулочних виробах здійснюється лабораторними методами, аналогічно до мікробіологічного контролю в харчовій промисловості. Він включає посів проб сировини, тіста, готового виробу на поживні середовища для ізоляції окремих колоній

мікроорганізмів. Далі отримані культури піддаються ідентифікації на підставі морфологічних ознак, а також фізіологічних та біохімічних властивостей. Такий контроль дозволяє визначити присутність патогенних бактерій (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*), дріжджів і пліснявих грибів, а також оцінити загальну мікробну забрудненість.

**Таблиця 9. Мікробіологічний контроль хлібобулочних виробів (батонів)**

Об'єкт контролю	Точка відбору проб	Контрольований показник	Метод аналізу	Допустима кількість мікроорганізмів
Вода	Основні лінії подачі води до виробничих приміщень	Загальне мікробне число (ЗМЧ), БГКП	Згідно з Методичними вказівками МВ 10.10.2.1-071-00; санітарно-паразитологічні дослідження води питної	ЗМЧ $\leq 100$ в 1 см <sup>3</sup> ; БГКП $\leq 3$ в 1 см <sup>3</sup>
Борошно	Партія перед замісом тіста	Загальна кількість мікроорганізмів, дріжджі, пліснява	Мембранна фільтрація, культуральний посів на щільні середовища	КУО $\leq 10^3$ в 1 г; дріжджі контрольовані; пліснява відсутня
Тісто після замісу	З кожного замісу	Загальна кількість мікроорганізмів, дріжджі	Посів на поживні середовища	КУО $\leq 10^4$ в 1 г; дріжджі – контрольовані
Тісто після бродіння	Камери бродіння / розстойки	Загальна кількість мікроорганізмів, дріжджі, пліснява	Посів на поживні середовища, культуральний метод	КУО $\leq 10^5$ в 1 г; патогени відсутні
Готові батони	Після випікання та охолодження	Загальна кількість мікроорганізмів, дріжджі, пліснява	Посів на поживні середовища, культуральний метод	КУО $\leq 10^3$ в 1 г; патогени відсутні
Упаковані батони	Після фасування	Загальна кількість мікроорганізмів, герметичність	Посів на поживні середовища, візуальна перевірка	КУО $\leq 10^3$ в 1 г; патогени відсутні
Склад / зберігання	Готова продукція на складі	Загальна кількість мікроорганізмів, дріжджі, пліснява	Посів на поживні середовища	КУО $\leq 10^3$ в 1 г; патогени відсутні

Крім мікробіологічного контролю, на всіх стадіях технології здійснюють контроль фізико-хімічних і технологічних параметрів, таких як температура тіста, вологість, тривалість бродіння, час та температура випікання, рівень усушки, рН та кислотність. Це необхідно для забезпечення стабільної якості м'якушки, формування пористої структури, рівномірного кольору та аромату, а також для підтримки безпечності продукції. У разі виявлення відхилень від нормативних значень проводяться коригувальні дії, включаючи регулювання технологічних режимів, очищення та дезінфекцію обладнання, відбраковування забрудненої сировини або партій готового продукту.

**Таблиця 10. Фізико-хімічні показники**

Показник	Одиниця	Класичний батон	Батон зі спіруліною (оцінка)
Вологість готового виробу	% маси	42,0	42,0
Білок (сухий речовин)	г / 100 г	7,5	8,3
Жир	г / 100 г	2,0	2,0
Зола (мінерали)	г / 100 г	1,50	1,80
Вуглеводи (в т.ч. крохмаль/цукри)	г / 100 г	46,0	45,9
Розрахункова гідратація тіста (H <sub>2</sub> O/борошно)	%	50,8	52,5
Ефективна доступна вода (після зв'язування спіруліною)	% (вода/борошно)	50,8	48,8
Активність води (a <sub>w</sub> )	—	0,96	0,96
рН м'якуша	—	5,6	5,5
Удельний об'єм (specific volume)	мл/г	4,0	3,6
Твердість м'якуша (через 24 год)	N	8,0	10,0
Колір (L, a, b)	од.	L=75; a=+2; b=+20	L=60; a=-8; b=+10
Загальний фенольний вміст (орієнт.)	мг GAE/100 г	20	45
Антиоксидантна активність (DPPH, орієнт.)	% інгібування	15	35
WAC спіруліни (показник, лише для добавки)	г H <sub>2</sub> O / г сухого	—	≈1,7–1,8

Фізико-хімічні показники двох рецептур демонструють характерні відмінності, зумовлені введенням спіруліни як високобілкової та мінералізованої добавки. Додавання 18,75 кг спіруліни призводить до

помітного підвищення вмісту білка та золи в готовому виробі, що свідчить про збагачення батона харчовими речовинами та антиоксидантними компонентами. Водночас через інтенсивне водопоглинання спіруліни частина вологи стає зв'язаною, що може знижувати ефективну гідратацію тіста та впливати на структуру м'якуша. Це проявляється у зменшенні питомого об'єму та дещо більшій твердості виробу після добового зберігання. Зміна параметрів кольору (зниження L та зсув у негативні значення а) відображає характерне зеленувате забарвлення батона зі спіруліною. Незважаючи на погіршення деяких текстурних властивостей, продукт зі спіруліною демонструє вищий антиоксидантний потенціал та кращі біологічні характеристики, що підтверджує функціональну цінність даної рецептури.

### **Санітарно-гігієнічний контроль хлібо-булочного виробництва**

Санітарно-гігієнічний контроль у хлібобулочному виробництві є важливою складовою системи забезпечення якості та безпечності продукції, оскільки дозволяє запобігати мікробному забрудненню, фізичним та хімічним контамінаціям на всіх етапах технологічного процесу. Контроль охоплює всі цехи підприємства, починаючи від приймання та зберігання сировини і закінчуючи готовою продукцією на складі, і передбачає дотримання норм Державних стандартів та санітарних правил.

У цеху приймання та зберігання сировини основною метою контролю є перевірка якості борошна, дріжджів, цукру, солі, рослинних жирів та допоміжних матеріалів, таких як спіруліна. Контроль проводиться шляхом відбору проб для лабораторного аналізу на вологість, кислотність, наявність шкідливих мікроорганізмів і сторонніх домішок. Температурний режим у складських приміщеннях підтримується на рівні 18–22 °С при відносній вологості 60–65 %, що забезпечує стабільність сировини та запобігає її псуванню. Окрім лабораторного контролю, у цьому цеху проводиться

систематичне прибирання, дезінфекція обладнання та приміщень, а також контроль за санітарним станом підлог, стін, стель та вентиляційних систем.

У тістомісильному цеху контроль спрямований на забезпечення чистоти та дезінфекції тістомісильних машин, конвеєрів та ємностей для замісу тіста. Температура тіста після замісу підтримується в межах 28–30 °С, вологість 41–44 %, що відповідає встановленим технологічним параметрам. Під час замісу здійснюється контроль маси та однорідності тіста, що запобігає локальним концентраціям мікроорганізмів. Крім того, проводиться контроль за чистотою допоміжних інструментів та шнекових дозаторів для введення добавок, таких як спіруліна, щоб уникнути її контамінації.

У цеху бродіння та розстойки контроль включає підтримку оптимальної температури 28–30 °С та відносної вологості 75–80 %, що забезпечує інтенсивне розпушування тіста, формування рівномірної пористої структури та стабільну активність дріжджів. Санітарно-гігієнічні заходи передбачають регулярну очистку камер, дезінфекцію поверхонь, контроль за станом дверей, ущільнень та вентиляції. Під час бродіння проводиться лабораторний контроль мікробіологічного стану тіста, включаючи підрахунок загальної кількості мікроорганізмів та визначення наявності патогенних бактерій, дріжджів та плісняви.

У формувальному цеху санітарно-гігієнічний контроль зосереджується на чистоті формувальних машин, конвеєрів і поверхонь контактуючих із тістом. Регулярно перевіряється точність введення добавок і однорідність тіста на конвеєрі, що запобігає нерівномірному розподілу мікроорганізмів та сторонніх часток. Проводиться контроль за масою, довжиною та формою батонів, що безпосередньо впливає на якість готового виробу та рівномірність випікання.

У цеху випікання контроль спрямований на підтримку температурного режиму 220–230 °С для класичного батона та 215–225 °С для батона зі спіруліною, що забезпечує коагуляцію білків, желатинізацію крохмалю, розвиток характерного аромату та знищення мікроорганізмів. Санітарно-

гігієнічні заходи включають регулярне чищення печей, контроль за станом конвеєрів та видалення залишків тіста, що залишилися після попередньої зміни. Охолодження батонів проводиться на конвеєрних охолоджувачах при 25–30 °С протягом 15–20 хвилин, що попереджає конденсацію вологи на поверхні та розвиток патогенної мікрофлори.

У пакувальному та складському цехах контроль спрямований на герметичність пакування, відсутність пошкоджень оболонки, чистоту конвеєрів та упаковочних машин, а також підтримку температури та вологості на складі (18–22 °С, відносна вологість 60–65 %). Лабораторні дослідження готових виробів включають підрахунок загальної кількості мікроорганізмів, перевірку на патогенні бактерії та оцінку органолептичних характеристик. Систематичний санітарно-гігієнічний контроль на всіх цих етапах забезпечує стабільну якість, безпечність та тривалість зберігання хлібобулочних виробів.

### **Впровадження НАССР на хлібо-булочному виробництві**

Впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів за принципами НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) на хлібобулочному виробництві є ключовим елементом забезпечення безпеки та стабільної якості готової продукції. НАССР дозволяє систематично ідентифікувати, оцінювати та контролювати біологічні, хімічні та фізичні ризики, які можуть виникати на будь-якому етапі виробничого процесу, починаючи від приймання сировини і закінчуючи фасуванням та зберіганням хлібобулочних виробів.

На етапі приймання сировини впровадження НАССР передбачає контроль усіх поставок борошна, дріжджів, солі, цукру, рослинних жирів та допоміжних матеріалів, включно з функціональним відбором проб для мікробіологічного, фізико-хімічного та органолептичного аналізу. Біологічними небезпеками у цьому випадку можуть бути патогенні мікроорганізми (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*), хімічними – залишки пестицидів або антибіотиків у сировині, фізичними – сторонні

предмети, такі як камінці, металеві частки або деревина. Для зменшення ризику їх потрапляння у виробництво передбачено критичні контрольні точки (ККТ), де здійснюються лабораторні перевірки, візуальний контроль та сортування сировини.

Під час замісу тіста та введення додаткових компонентів, таких як спіруліна або насіння, НАССР передбачає моніторинг параметрів технології, які безпосередньо впливають на безпеку продукту. До таких параметрів належать температура тіста (28–30 °С), вологість (41–44 %), час замісу (10–12 хвилин), а також точність введення добавок ( $\pm 0,5$  %). Контроль цих параметрів є критичною контрольною точкою, оскільки відхилення можуть призвести до нерівномірного розвитку дріжджів, підвищеної мікробної контамінації або порушення фізико-хімічних властивостей тіста.

Процес бродіння та розстойки також містить ККТ, оскільки саме в цей період відбувається активний розвиток дріжджової мікрофлори, формування газових бульбашок і структурної сітки клейковини. Параметри температури (28–30 °С), відносної вологості (75–80 %) та тривалості бродіння (150–180 хвилин для класичного батона та 160–190 хвилин для батона зі спіруліною) є критичними для забезпечення стабільності мікробіологічного середовища та запобігання росту небажаних мікроорганізмів. Моніторинг проводиться шляхом регулярного відбору проб тіста та аналізу на загальну кількість мікроорганізмів, дріжджів та патогенів.

На етапі формування та випікання батонів ККТ включають контроль температури і часу випікання, що забезпечує коагуляцію білків, желатинізацію крохмалю та знищення патогенних мікроорганізмів. Для класичного батона температура печі підтримується на рівні 220–230 °С, для батона зі спіруліною — 215–225 °С при тривалості випікання 20–25 хвилин. Також здійснюється контроль рівномірності формування батонів і введення добавок, оскільки нерівномірний розподіл може стати джерелом мікробіологічної небезпеки.

Охолодження та пакування є наступними критичними контрольними точками. Батони охолоджуються на конвеєрних охолоджувачах при 25–30 °С протягом 15–20 хвилин, що запобігає конденсації вологи на поверхні та розвитку плісняви. Пакування здійснюється у поліетиленові або паперові пакети з герметизацією, що запобігає потраплянню сторонніх мікроорганізмів та механічних забруднень. На цьому етапі контролюється герметичність упаковки, чистота конвеєрів, температура та вологість на складі (18–22 °С, 60–65 %), а також проводиться вибірковий мікробіологічний аналіз готової продукції.

Впровадження НАССР дозволяє створити систему постійного моніторингу та документування усіх критичних точок на виробництві, що забезпечує своєчасне виявлення відхилень, проведення коригувальних заходів та підтримку стабільної безпечності продукції. Така система сприяє зменшенню ризику виникнення харчових отруєнь, підвищенню терміну зберігання батонів, збереженню органолептичних властивостей та відповідності продукції вимогам чинних нормативних документів.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок інгредієнтного складу для 1500 кг батонної продукції дає можливість порівняти класичну рецептуру з удосконаленою формулою, збагаченою спіруліною. Включення мікродорості до рецептури потребує врахування її високої водопоглинальної здатності та впливу на реологічні властивості тіста, що обумовлює коригування кількості борошна та додаткове введення функціонального інгредієнта. Такий порівняльний аналіз є важливим для подальшого обґрунтування технологічних параметрів виробництва, оцінки стабільності тіста та прогнозування якості готового батона.

**Таблиця 11. Економічні показники виробництва 1,5 т батона (класичного та зі спіруліною)**

Показник	Класичний батон	Батон зі спіруліною
Загальна маса продукції, кг	1500	1500
Борошно, кг	915	885
Ціна борошна, грн/кг	21	21
Вартість борошна, грн	19 215,00	18 585,00
Дріжджі, кг	18,75	18,75
Ціна дріжджів, грн/кг	160	160
Вартість дріжджів, грн	3 000,00	3 000,00
Сіль, кг	11,25	11,25
Ціна солі, грн/кг	13	13
Вартість солі, грн	146,25	146,25
Цукор, кг	14,25	14,25
Ціна цукру, грн/кг	20	20
Вартість цукру, грн	285,00	285,00
Олія, кг	14,25	14,25
Ціна олії, грн/кг	80	80
Вартість олії, грн	1 140,00	1 140,00
Спіруліна, кг	–	18,75
Ціна спіруліни, грн/кг	–	700
Вартість спіруліни, грн	–	13 125,00
Вартість упаковки, грн	5 400,00	5 400,00
Сумарна вартість сировини + упаковки, грн	29 186,25	41 681,25
Собівартість 1 кг продукції, грн/кг	19,46	27,79

Різниця у собівартості, грн/кг	—	+8,33
У скільки разів дорожчий	—	1,43 раза
Найдорожчий інгредієнт	Борошно	Спіруліна
Частка найдорожчого інгредієнта в загальній собівартості, %	65,8%	31,5%

Економічні розрахунки демонструють суттєву різницю у структурі та рівні собівартості між класичною рецептурою батона та рецептурою, збагаченою спіруліною. Незважаючи на однаковий вихід готової продукції (1500 кг), характер змін у витратах зумовлений як технологічними особливостями виробництва, так і ринковою вартістю функціональних інгредієнтів.

Для класичного батона основну частку витрат формує борошно, яке забезпечує 65,8 % загальної вартості сировини. Це відповідає традиційній структурі витрат для хлібопекарської продукції, де борошно є базовою і найбільш масовою сировиною. Собівартість 1 кг класичного батона становить 19,46 грн, що є типовим значенням для виробництва масових сортів хліба в умовах промислового підприємства.

У рецептурі батона зі спіруліною відбувається принципове зміщення економічних акцентів: частка борошна зменшується на 30 кг, що дещо скорочує відповідні витрати, проте введення 18,75 кг спіруліни вартістю 700 грн/кг суттєво збільшує загальні витрати на виробництво. Спіруліна стає найдорожчим компонентом із абсолютною вартістю 13 125 грн, що становить 31,5 % сукупної собівартості. Таким чином, економічний профіль рецептури змінюється з сировинно-орієнтованого (борошняного) на функціонально-орієнтований, де визначальним є інгредієнт з високою доданою вартістю.

Сумарні витрати на сировину та упаковку в удосконаленому варіанті становлять 41 681,25 грн — на 12 495 грн більше порівняно з класичною рецептурою. Це зумовлює збільшення собівартості 1 кг батона зі спіруліною до 27,79 грн, тобто продукція стає дорожчою у 1,43 раза. Різниця у собівартості (+8,33 грн/кг) є прямим наслідком включення функціонального інгредієнта та відображає загальну тенденцію до здорожчання інноваційних хлібобулочних виробів.

Також важливо врахувати, що в технологічному аспекті використання спіруліни супроводжується зміною реологічних властивостей тіста, підвищенням водопоглинання та незначним зменшенням залежності структури тіста від борошняної складової. Проте ці технологічні переваги не зменшують економічного навантаження, а лише забезпечують стабільність та рівномірність якості готового батона.

Таким чином, аналіз підтверджує, що додавання спіруліни суттєво підвищує собівартість продукції, але водночас формує її функціональну цінність, диференціює продукт на ринку та дозволяє позиціонувати його як оздоровчий або преміальний. У межах сучасних тенденцій харчових технологій така стратегія може бути економічно виправданою, за умови правильного маркетингового позиціонування та орієнтації на споживача, готового оплачувати підвищену цінність продукту.

## ВИСНОВКИ

1. На основі рецептури класичного батона встановлено, що основним інгредієнтом є борошно (60–62 %, або 600–620 г/кг тіста), що визначає його домінуючу частку у собівартості (65,8 %). У рецептурі зі спіруліною частка борошна зменшується до 58–60 %, що підтверджено перерахунком на 1500 кг продукції (885 кг проти 915 кг у класичній рецептурі).

2. Розрахунок сировини для 1,5 т батонів показав, що включення спіруліни потребує внесення 18,75 кг інгредієнта (1,25 % маси тіста), що повністю компенсується зменшенням борошна на 30 кг. Ця заміна забезпечує не лише харчову цінність, але й змінює реологію тіста.

3. Водопоглинальна здатність тіста зі спіруліною вища на 2–3 %, тому кількість води залишається однаковою (465 кг на 1500 кг продукції), але фактично вона розподіляється інакше, що зумовлює покращення вологоутримання під час випікання.

4. Виробничі показники показали, що використання спіруліни знижує усушку при випіканні з 8–10 % у класичного батона до 8–8,5 %, що є наслідком стабілізації структури клейковини білковими комплексами мікроводоростей.

5. Економічні розрахунки засвідчили, що загальна вартість сировини для класичного батона становить 29 186,25 грн, тоді як для батона зі спіруліною — 41 681,25 грн, що на 12 495 грн (42,8 %) більше за однакової продуктивності (1500 кг). При цьому частка борошна у збагаченому батоні знижується з 65,8 % до 44,6 % загальної собівартості.

7. Аналіз апаратурно-технологічного забезпечення показав, що виробництво 1,5 т батона на добу можливе за умови продуктивності печі 250–400 кг/год, що забезпечує повний цикл випікання за 4–6 годин, тоді як решта часу припадає на заміс, бродіння та формування.

8. Технологічні зміни, пов'язані з додаванням спіруліни, полягають у подовженні бродіння на 10–15 хв та замісу на 1–2 хв, що не вимагає змін обладнання, але потребує корекції режимів.

9. Комплексний аналіз підтвердив, що використання спіруліни підвищує собівартість, але водночас покращує харчову цінність, збільшує стабільність структури та знижує усушку, що дозволяє позиціонувати продукт як функціональний та преміальний, здатний конкурувати у сегменті оздоровчих хлібобулочних виробів.

## ПРОПОЗИЦІЇ

Доцільно дослідити використання різних форм спіруліни — порошкоподібної, ліофілізованої або у вигляді концентрату — для визначення їхнього впливу на колір, смак, аромат та пористість м'якушки батона. Можливо, різні форми добавки будуть по-різному взаємодіяти з білковою структурою тіста та вологістю, що може відкривати нові органолептичні якості продукту.

Важливо провести експерименти з регулюванням температури та часу замісу, бродіння та випікання для батонів із спіруліною, щоб зберегти пігменти та активні компоненти, а також уникнути деградації білків і вітамінів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.01 / Арсеньєва Лариса Юріївна. К., 2007. 325 с.
2. Сафонова О. М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини : дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01; НУХТ. К., 2007. 335 с.
3. Арсеньєва Л.Ю., Борисенко О.В., Доценко В.Ф. Теоретичні та практичні аспекти використання тонкодиспергованих концентратів харчових волокон у технології житньоопшеничного хліба. Наукові праці НУХТ. 2008. № 25. С. 115-119.
4. Борисенко О. В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами: дис... канд. тех. наук 05.18.01; НУХТ. К., 2008. 234 с.
5. Ткачук Ю. М. Технологія хлібобулочних виробів, збагачених молочними білками: дис. ...кандидата техн. наук: 05.18.01. К., 2014.
6. Савчук Н.І. Удосконалення технології хліба з борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями шляхом використання поліпшувачів: Дис. ...канд. тех. наук: 05.18.01. К., 2002. 185 с.
7. DeLuca H.F. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. Hector F DeLuca. American Journal of Clinical Nutrition - Vol. 80 (6). P. 1689-1696.
8. Бортнічук О.В., Гавриш А.В., Неміріч О.В., Доценко В.Ф. Інноваційні підходи в технології хлібобулочних виробів з сухою молочною сироваткою. Харчова наука і технологія. 2015. №2 (31). с. 97-102.

9. Бортнічук О.В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів геродієтичного призначення: Дис. ...канд. тех. наук: 05.18.16. К., 2018. 152 с.
10. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник за ред. чл.-кор. В.І. Дробот. К.: НУХТ, 2015. 902 с.
11. Белік В. Стан і проблеми хлібопекарської промисловості України. Техніка АПК. 2004. № 4-5. С. 11-13.
12. Васильченко О., Мокрова Т. Про хліб та проблеми його виробництва. Хранение и переработка зерна. 2001. №6.
13. Дейнеко Л. Тенденції розвитку харчової промисловості. Харчова і переробна промисловість. 1996. №2. С. 3-5.
14. Заїнчковський А. О., Петухова О. М., Нетяжук М. В. Маркетинг як інструмент управління прибутком хлібопекарських підприємств м. Києва. Економіка АПК. 1999. № 7. С. 47–51.
15. Карнаушенко Л.І. Шляхи розвитку хлібопекарської промисловості України. Зернові продукти і комбікорми. 2001. № 1. С. 17-19.
16. Дробот В., Михонік Л., Грищенко А. Особливості технологічного процесу виготовлення безбілкового хліба. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2010. - №6. С.20-22.
- 17.. Крафтова продукція, що це.  
<URL://istalcogolya.com/other/kraftovayaproduktsiya-chto-eto.html>
18. ДСТУ 7517:2014 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. URL: //online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\_doc=77546
19. Пахомська О. В. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України. Вісник Хмельницького національного університету. 2018. № 5, т. 1. С. 87–90.
20. Цимбалюк Г. С. Соціологічний метод оцінювання якості хлібобулочної продукції підприємств Хмельницької області в

- управлінні асортиментною політикою. Вісник Хмельницького національного університету. 2018. Вип. 6 (18). С. 178–182.
21. Степанькова Г. В., Олійник С. Г., Шидакова О. Г. -Каменюка Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. Наукові праці НУХТ. 2019. Т. 25, № 1. С. 233–242.
22. Олійник С. Г., Лисюк Г.М., Кравченко О. І., Самохвалова О. В. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків пшениці : монографія. Х. : ХДУХТ, 2014. 108 с.
23. Воробець М. М., Євлаш В. В., Кобаса І. М., Кондрачук І. В. Формування якості хліба пшеничного з добавкою «Клітковина гречана». Праці ТДАТУ. Випуск 23. Том 1. 2023. С. 207-218.
24. Івашко І., Усатюк С. Використання харчових волокон у виробництві хлібобулочних виробів. International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», April 2–3 2020. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv, 2020. P. 72.
25. Науменко О. В., Овсієнко С. М. Використання біологічно активних речовин у хлібопеченні. Продовольчі ресурси. 2021. Т. 9, № 17. С. 107–118.
26. Соловійова К., Башта А. Отримання пшеничного хліба оздоровчого призначення, збагаченого шротом насіння олійних культур. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 26.
27. Молодід Т., Бажай-Жежерун С. Показники якості хліба, збагаченого продуктами перероблення конопель. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 40.

- 28.Гойко І., Самойленко О. Булочка оздоровчого призначення. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 86 Міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квітня 2020. Київ: НУХТ. Ч. 1. С. 29.
- 29.Дзюндзя О. В., Звагольська К. М. Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. 2021. № 1. С. 22–29.
- 30.Юдічева О. П., Калашник О. В., Мороз С. Е., Рибалко О. А., Корсун А. В. Органолептичне оцінювання хліба пшеничного, збагаченого продуктами переробки гарбуза. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. 2020. № 23. С. 136–144.
- 31.Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Холодна А. В. Розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном. Young Scientist. 2019. № 1 (65). С. 189–192.
- 32.Belay A. The potential application of Spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in Health management. Journal of the American Nutraceutical Association. 2002;5:27–48.
- 33.Вироби хлібобулочні правила приймання, методи відбирання проб, методи визначання органолептичних показників і маси виробів : ДСТУ 7044:2009. URL: [https://dnaop.com/html/33865/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_7044\\_2009](https://dnaop.com/html/33865/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_7044_2009).
- 34.Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості : ДСТУ-П 8536:2015. <http://document.ua/virobi-hlibobulochni-organoleptichne-ocinyuvannjapokaznikistd31282.htm>
- 35.Система НАССР: довідник / В. Н. Битков [та ін.]; відп. В. Н. Сухов. Л.: НТЦ Леонорм Стандарт, 2003. 218с.
- 36.Закон України №771/97-ВР «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Редакція від 16.01.2020

р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>

- 37.Дзюндзя О.В. Використання заквасок та локальних трав в технології хлібобулочних виробів. Інноваційні технології та реалізація концепції Zero-waste у харчових технологіях і сфері ресторанного, готельного та туристичного бізнесу : матеріали Міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції (4–5 грудня 2023 року, м. Полтава). Полтава : ПУЕТ, 2024. с. 39-40.
- 38.Сайт об'єднання підприємств хлібопекарної промисловості «Укрхлібпром».URL: <http://ukrhlibprom.org.ua>