

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Використання рослини *Polygonum aviculare* L. у технології
пшеничного хліба з проєктуванням хлібопекарського цеху**

Виконав: студент II курсу, групи МХмд-61
спеціальності 181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Смолій Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Вічко О.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Зварич Н.М.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра харчової біотехнології і хімії

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микола КУХТИН

(підпис)

(ім'я, прізвище)

« »

2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр і назва спеціальності)

студентці

Смолій Надії Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Використання рослини *Polygonum aviculare* L. у технології
пшеничного хліба з проєктуванням хлібопекарського цеху**

Керівник роботи Вічко Олена Іванівна к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «15» жовтня 2025 року № 4/7-889

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи **Хлібець «Пікантний», Хліб з підвищеним вмістом біологічно
активних речовин**

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

Науково-дослідна частина.

Техніко-економічне обґрунтування.

Проектно-технологічна частина.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (формат А1)

Апаратурно-технологічна схема виробництва з елементами ТХК і МБК.

План підприємства (виробничого цеху) (М1:100).

Розрізи (поперечний і повздовжній) виробничого цеху, 2шт

Аркуші науково-дослідної роботи (2-3 шт)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науково-дослідна частина			
Техніко-економічне обґрунтування			
Проектно-технологічна частина			
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 10 листопада 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	17.11.2025	
2	Науково-дослідна частина	17.11-25.11.2025	
	Аналітичний огляд літературних джерел	17.11-19.11.2025	
	Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження	20.11.2025	
	Результати дослідження	21.11-25.11.2025	
3	Техніко-економічне обґрунтування	26.11-27.11.2025	
4	Проектно-технологічна частина	28.11-7.12.2025	
	Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	28.11-1.12.2025	
	Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва	2.12-4.12.2025	
	Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту	5.12-7.12.2025	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	8.12-10.12.2025	
	Охорона праці	8.12-9.12.2025	
	Безпека в надзвичайних ситуаціях	9.12-10.12.2025	
6	Оформлення анотації, загальних висновків та списку використаних літературних джерел. Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	10.12.2025	
7	Оформлення графічної частини	11.12-14.12.2025	
8	Подача роботи для перевірки на плагіат	до 15.12.2025	
9	Отримання відгуку керівника та рецензії на роботу; підготовка та проходження попереднього захисту на кафедрі	15.12-21.12.2025	

Студентка

(підпис)

Надія СМОЛІЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олена ВІЧКО

(прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота 122 с., 8 рис., 20 таблиць, 68 джерел літератури, 7 аркушів графічного матеріалу.

Тема: Використання рослини *Polygonum aviculare* L. у технології пшеничного хліба з проєктуванням хлібопекарського цеху.

Досліджено вплив додавання порошку трави споришу на якість хліба та оцінка ефективності холодної ферментації та заморожування готових виробів для подовження терміну зберігання. Використання трави споришу як функціональної добавки дозволяє створити продукт із більшою поживною цінністю, поєднуючи користь локальної рослинної сировини та традиційних харчових культур. Сучасні методи аналізу складу рослинної сировини забезпечують точну ідентифікацію біологічно активних компонентів та дозволяють науково обґрунтувати оздоровчий ефект таких продуктів. Таким чином, інтеграція місцевих лікарських рослин у хлібопекарську продукцію є перспективним напрямом підвищення функціональної цінності харчових продуктів і відповідає сучасним тенденціям здорового харчування. У роботі розглянуто технологічні та фізико-хімічні аспекти формування структури тіста та м'якушки, вплив рослинних добавок на органолептичні показники хліба, а також методи кріозберігання і розморожування, що мінімізують черствіння та зберігають текстуру, смак і аромат виробів. Проведений огляд наукової літератури, включаючи сучасні дослідження з використання лікарських рослин у харчовій промисловості та методів ультрашвидкого заморожування, дозволяє визначити оптимальні умови технологічного процесу. Робота має практичне значення для організації виробництва хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності, які відповідають сучасним вимогам споживачів щодо смакових, фізичних та функціональних характеристик.

Ключові слова: хліб, , лікарські рослини, порошок трави споришу, холодна ферментація, ультрашвидке заморожування, органолептичні властивості, функціональні продукти.

Abstract

Qualification work, 122 pages, 8 figures, 20 tables, 68 references, 7 sheets of graphical material.

Title: Application of *Polygonum aviculare* L. in the Technology of Wheat Bread with the Design of a Bakery Workshop.

The study investigates the effect of adding common knotgrass (*Polygonum aviculare*) powder on bread quality and evaluates the efficiency of cold fermentation and freezing of finished products to extend their shelf life. The use of knotgrass as a functional additive allows the creation of a product with enhanced nutritional value, combining the benefits of local plant raw materials with traditional food crops. Modern methods for analyzing plant composition ensure accurate identification of biologically active compounds and provide a scientific basis for the health-promoting effects of such products. Thus, integrating local medicinal plants into bakery products is a promising approach to increasing the functional value of food and aligns with current trends in healthy nutrition. The work examines technological and physicochemical aspects of dough and crumb structure formation, the impact of plant additives on the organoleptic properties of bread, as well as cryopreservation and thawing methods that minimize staling while preserving texture, flavor, and aroma. A review of scientific literature, including recent studies on the use of medicinal plants in the food industry and ultra-rapid freezing methods, makes it possible to determine the optimal conditions for the technological process. The study has practical significance for organizing the production of bakery products with enhanced nutritional value that meet modern consumer requirements for taste, physical, and functional characteristics.

Keywords: bread, medicinal plants, knotgrass powder, cold fermentation, ultra-rapid freezing, organoleptic properties, functional foods.

Зміст	
Вступ	7
Розділ 1 Науково дослідна частина	8
1.1 Аналітичний огляд літературних та інформаційних джерел	8
1.1.1 Світові практики збагачення борошна і хліба для підвищення харчової цінності та профілактик дефіцитів у населення	8
1.1.2 Групи лікарських рослин за інтенсивністю фізіологічної дії та особливості їх використання у харчових технологіях. Лікарські та харчові властивості споришу (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	15
1.1.3 Теоретичні аспекти холодної ферментації тіста та її роль у технології хліба	23
1.1.4 Технологія та особливості зберігання хлібобулочних виробів у замороженому стані	24
1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень	28
1.3 Результати досліджень	30
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування	43
Розділ 3 Проектно-технологічні розрахунки	51
3.1. Продуктово-сировинні розрахунки	51
3.1.1 Обґрунтування способу виробництва	51
3.1.2 Розрахунок продуктивності печей	52
3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур	56
3.1.4 Розрахунок виходу виробів	67
3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	78
3.1.6 Розрахунок витрат сировини	82
3.2 Розрахунок та підбір технологічного обладнання і устаткування	86
3.3. Розрахунок площ приміщень для забезпечення виробництва	95
3.4 Опис технологічного процесу виробництва	98

Розділ 4 Охорона праці та безпека життєдіяльності	111
Висновки	114
Список літератури	115
Додатки	

Вступ

Хліб та хлібобулочні вироби займають ключове місце в раціоні людини, є важливим джерелом енергії та поживних речовин і одночасно відображають культурні та гастрономічні традиції. Сучасна харчова промисловість ставить перед собою завдання не лише забезпечити населення достатньою кількістю продукту, а й підтримувати його високу якість протягом тривалого часу, розширюючи асортимент і впроваджуючи інноваційні технології.

Одним із перспективних напрямів є використання біологічно активних добавок, зокрема із лікарських рослин для підвищення харчової цінності виробів, що дозволяє створювати продукти функціонального призначення. Біологічно активні добавки відіграють важливу роль у раціоні, оскільки забезпечують організм додатковими вітамінами, мінералами та фітокомпонентами, що особливо важливо при незбалансованому харчуванні у якому присутня значна кількість ультраперероблених продуктів.

В даній роботі увага зосереджена на інтеграції трав'яних добавок у тісто, зокрема на використанні порошку споришу, який здатний покращувати органолептичні властивості хліба, збагачувати його цілим спектром біологічно активних речовин та на методі підтримування стабільності структури тіста під час ферментації.

Важливою складовою сучасних технологічних процесів є також заморожування готових виробів, що забезпечує подовжений термін зберігання, економію ресурсів та оптимізацію виробничого циклу. При цьому застосування методів шокового або ультрашвидкого заморожування дозволяє зберегти фізичні, хімічні та органолептичні характеристики хліба, мінімізуючи негативні зміни м'якшкості та скоринки.

Таким чином, поєднання використання лікарських рослин та сучасних технологій кріозберігання відкриває перспективи створення високоякісних хлібобулочних виробів з підвищеною харчовою цінністю, що відповідають сучасним вимогам споживачів щодо смаку, безпеки та функціональності.

Розділ 1 Науково дослідна частина

1.1 Аналітичний огляд літературних та інформаційних джерел

1.1.1 Світові практики збагачення борошна та хліба для підвищення харчової цінності та профілактику дефіцитів у населення

Збагачення хліба й борошна — це поширена практика у світі, спрямована на підвищення харчової цінності та профілактик дефіцитів у населення. Для підвищення харчової цінності хліба у світовій практиці широко застосовують як технологічні методи, котрі дають змогу збільшувати кількість білка на стадії помелу [1], так і збагачення борошна вітамінами (фолієва кислота, вітаміни групи B, D), мінералами (залізо, кальцій, цинк, йод), білковими концентратами (соєве та бобове борошно) [2], клітковиною та біологічно активними речовинами (омега-3, антиоксиданти) [3]. Збагачення дозволяє не лише поліпшити харчову цінність виробів, але й виконувати профілактичну функцію у харчуванні населення [4]. Внесення добавок у харчові продукти, зокрема борошно регулюється нормативними документами:

У США та Канаді — FDA і Health Canada зобов'язують збагачувати борошно залізом, фолієвою кислотою та вітамінами групи B.

У ЄС збагачення регулюється Regulation (EC) No 1925/2006, воно добровільне, крім деяких випадків.

-В Україні подібні проекти обговорюються (наприклад, збагачення борошна залізом та фолієвою кислотою), але масового впровадження поки немає.

Таблиця 1.1 Найпоширеніші у світовій практиці добавки до борошна

Речовина / добавка	Користь / ефект у хлібобулочних виробках	Де часто застосовують / приклади використання
Фолієва кислота (фолат, фолієвий порошок)	Профілактика дефектів нервової трубки, підвищення харчової цінності; додається у борошно/борошняні суміші.	Масове збагачення пшеничного борошна/борошняних сумішей (США, багато країн) — класичний приклад.
Залізо(солі заліза, фумарат, глюконат)	Усунення анемії, підвищення мінеральної щільності продукту; додається у борошно/борошняні суміші.	Рекомендовано у програмах збагачення борошна в багатьох країнах світу.
Цинк	Важливий мікроелемент для імунітету й росту; часто поєднують із іншими мікронутрієнтами при збагаченні борошна.	Використовується в програмах масового збагачення борошна поряд із залізом/фолієвою кислотою.
Йод(через йодовану сіль; або йодовану борошняну суміш)	Профілактика йододефіциту; може додаватися опосередковано (йодована сіль у фарші/тестові суміші) або як політика на рівні хлібопекарні.	Застосування йодованої солі в хлібопеченні (наприклад, ініціативи в Австралії/інших країнах).
Вітамін D	статусу вітаміну D (кісткова система, імунітет); додають у маргарини/спреди або в деякі борошняні продукти.	Програми фортифікації в країнах Північної Європи (Фінляндія) та рекомендації щодо продовольчої фортифікації/політики.
Вітаміни групи В (В1, В2, ніацин)	Відновлення енергетичного профілю харчових продуктів (метаболізм),	Широко використовуються для «збагачення» пшеничного борошна та

Речовина / добавка	Користь / ефект у хлібобулочних виробках	Де часто застосовують / приклади використання
	традиційно — «збагачення борошна» (enriched flour).	хлібних сумішей (історичні й поточні програми).
Кальцій (солі кальцію)	Підвищення мінеральної цінності, можливе покращення структури м'якуша; використовують як добавку у спеціалізовані хлібні продукти.	Дослідження/впровадження у деяких програмах фортифікації і функціональних хлібах.
Соєве борошно / соєвий білок	Підвищує вміст білка, покращує харчову цінність; впливає на консистенцію тіста (потрібна корекція рецептури).	Використовують у сумішах для хліба як протеїновий компонент/заміна частини пшеничного борошна.
Сухе молоко / молочні порошки	Збагачення білками, ліпідами та мінералами; покращують колір і структуру м'якуша та термін зберігання.	Рутинно додаються до формул хліба та булочних виробів для поліпшення якості.
Гороховий / бобовий білок (pea protein)	Рослинне джерело білка, може підвищувати протеїновий вміст хліба; іноді використовується як альтернатива сої.	Дослідження і промислові рецептури для білкових/функціональних хлібів.
Пшеничні висівки (bran)	Підвищення вмісту харчових волокон, поліпшення нутрієнтної щільності; впливає на обсяг і текстуру — потребує корекції рецептури.	Висівкові хліби та суміші для багатьох видів функціональних хлібів.
Інулін (пребіотик)	Пребіотична дія, покращує структуру м'якуша і вміст дієтичної клітковини; замінник жиру/цукру у деяких рецептурах.	Використовується у функціональних і «здорових» хлібах для підвищення пребіотичного ефекту.

Речовина / добавка	Користь / ефект у хлібобулочних výroбах	Де часто застосовують / приклади використання
Бета-глюкани (з вівса/ячменю)	Благотворно впливають на рівень холестерину (зниження LDL) — офіційні дозволи на health-claim у ЄС; додають для підвищення розчинної клітковини.	Використовуються в хлібах «для здоров'я» (збагачення вівсяними/ячмінними компонентами).
Омега-3 (насіння льону, чіа — ALA)	Підвищення вмісту ПНЖК (альфа-ліноленова кислота), потенційна користь для серцево-судинної системи; додається у вигляді меленого насіння або олії.	Функціональні/здорові хліби із додаванням лляного насіння або лляного борошна.
Антиоксиданти (токоферолі — віт. Е, поліфеноли)	Захищають від окиснення жирів (покрощують стабільність), можуть підвищувати поживну цінність.	Використовуються у рецептурах із підвищеним вмістом жирів/насіння або у функціональних сумішах.

Під час вибору харчових добавок або фортифікантив необхідно враховувати чинні нормативи та вимоги безпеки, включно з правилами маркування та допустимими рівнями внесення[8]. Оскільки деякі компоненти (зокрема соєві, молочні чи горіхові інгредієнти) можуть бути алергенами, виробник зобов'язаний забезпечити відповідне інформування споживачів. Також важливо оцінити вплив добавки на органолептичні показники хліба — колір, аромат, смак та об'єм — що потребує реальних технологічних випробувань, оскільки їхній ефект суттєво різниться залежно від складу та умов обробки.

При використанні добавок при випічці хліба виникає ще одне питання : наскільки зберігається корисна дія добавки після дії високої температури при випіканні?

Так, наприклад, фолієва кислота (вітамін В9) частково руйнується під час випікання хліба, і втрати можуть становити 30–50 %. Незважаючи на це,

додавання вітаміну до борошна є виправданим. Фортифікація враховує втрати. При збагаченні борошна нормативи встановлюють з урахуванням втрат при випіканні. Тобто додають більше, ніж потрібно у готовому хлібі, щоб після випікання лишалась необхідна кількість. Наприклад, у США додають 140 мкг фолієвої кислоти на 100 г борошна, щоб у готовому хлібі після випікання залишалось близько 70–100 мкг.

Хліб і борошняні вироби — масовий продукт. Навіть із втратами, хліб і вироби з борошна залишаються одним із найзручніших шляхів масового збагачення раціону, бо ними щодня користується більшість населення.

Фолієва кислота більш термостійка, ніж природні фолати. Природні фолати (з овочів, зелені) руйнуються швидше, ніж синтетична фолієва кислота, яка входить до складу збагаченого борошна. Тому навіть після випікання у готовому продукті зберігається значна частина. Початкова концентрація забезпечує значну частину його після термообробки[6]. Крім того, використання стабілізованих форм або солей фолієвої кислоти підвищує її стійкість до тепла, а споживання такого хліба дозволяє покривати частину добової потреби вітаміну B9[7].

Науково доведений ефект у країнах, де введено обов'язкову фортифікацію борошна (США, Канада, Австралія), рівень вроджених вад нервової трубки у новонароджених знизився на 20–50 %. Це підтвердило ефективність методу навіть попри втрати при випіканні.

Отже, збагачення хліба та борошна є поширеною світовою практикою, спрямованою на підвищення їхньої харчової та біологічної цінності. Однією з найважливіших груп речовин для збагачення є вітаміни. Так, фолієва кислота (вітамін B9) є обов'язковою добавкою у пшеничне борошно в США, Канаді та Австралії, адже вона запобігає розвитку анемії та вроджених вад у новонароджених. Разом із нею до борошна часто додають тіамін (B1), рибофлавін (B2), ніацин (B3) та піридоксин (B6), формуючи вітамінний комплекс. У країнах Північної Європи практикується також збагачення хліба

вітаміном D, що є профілактикою рахіту та дефіциту цього вітаміну у населення[8].

Окрім вітамінів, значну роль відіграють мінеральні речовини. Найпоширенішою добавкою є залізо, яке вносять у борошно в країнах Африки, Азії та США для профілактики залізодефіцитної анемії [9]. Також застосовуються цинк — для підтримки імунітету та росту, кальцій — особливо важливий у дитячому та дієтичному харчуванні, та йод, який у деяких країнах додають у хліб на додаток до йодованої солі для профілактики ендемічного зобу.

У виробництві хліба все частіше використовуються білкові добавки, які підвищують поживну цінність і покращують технологічні властивості тіста. До них належать знежирене соєве борошно [10], молочні продукти (сухе молоко, сироватка), а також білкові концентрати з бобових культур (горох, нут, квасоля) [11], що дозволяє створювати функціональні види хліба з підвищеним вмістом білка.

Особливе значення мають клітковина та харчові волокна. Додавання пшеничних, житніх чи вівсяних висівок забезпечує організм клітковиною та сприяє нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту. Використання інуліну та β -глюканів, які є природними пребіотиками, допомагає знизити рівень холестерину та покращити стан кишкової мікробіоти.

Для посилення функціональних властивостей хліба застосовуються біологічно активні речовини [12]. Омега-3 жирні кислоти з насіння льону, чіа або ріпаку мають виражену кардіопротекторну дію. Антиоксиданти, серед яких токофероли, поліфеноли та рослинні екстракти, підвищують стійкість хліба до окислення, уповільнюють процеси черствіння та надають додаткових корисних властивостей.

Все більшої популярності набуває вивчення додавання при випічці хліба різноманітної рослинної сировини [13]. Це не лише збагачує вироби вітамінами, мінералами, харчовими волокнами, але і надає хлібу чи булочкам нових смаків, робить їх незвичайними, збагачує наш раціон, дозволяє підвищити корисність без внесення синтетичних компонентів [14]. Крім того, рослинні інгредієнти

здатні впливати на структуру тіста й органолептичні показники готових виробів, розширюючи асортимент хлібобулочної продукції. До прикладу: добавка ревеневого пюре спричинила швидше дозрівання тіста та активніше кислотонакопичення, що зумовлено високою природною кислотністю цієї сировини. У тісті спостерігалось зміцнення клейковинного каркаса, хоча її кількість дещо зменшувалась, завдяки чому м'якушка ставала еластичною та дрібнопористою. Оптимальне дозування 20 % забезпечувало найкращу формостійкість та органолептичні властивості виробів — приємний смак, аромат і гарну структуру [15].

Гарний результат досягається при додаванні при замішуванні хліба бурякового квасу, що дозволяє тісту швидше дозрівати і отримати після випікання хліб хорошої якості із добре розвинутою мякушкою що не кришиться, хліб довше зберігається і має хороший смак і привабливий вигляд [16] .

Додавання до тіста рослинних добавок по різному впливає на його якість. Так у статті Г.В. Карпик та Н.М. Свенти встановлено, що додавання фруктово-овочевого концентрату, отриманого з яблучних і морквяних вичавок, позитивно впливає на структурно-механічні властивості тіста, виготовленого зі слабого за силою пшеничного борошна. Автори зазначають, що органічні кислоти та полісахариди концентрату підсилюють формування клейковинного каркаса, підвищуючи пружність і розтяжність клейковини. Завдяки цьому тісто краще утримує діоксид вуглецю, що забезпечує стабільну форму та збільшений об'єм хліба під час випікання. Дослідження показали, що оптимальна доза концентрату (25 % до маси борошна) забезпечує покращення газоутримувальної здатності тіста та формостійкості виробів. У результаті застосування концентрату не лише стабілізує технологічний процес, але й підвищує харчову цінність готового хліба за рахунок вмісту біологічно активних речовин яблук і моркви [22]. Водночас додавання екстракту з квіток чорнобривців не впливає помітно на якісні показники хліба. Введення екстракту квіток чорнобривців у тісто для булочок не впливає на кількість сирові клейковини, кислотність м'якушки та пористість, а також не потребує змін у технологічному процесі приготування. Тому обране

дозування екстракту можна застосовувати як безпечний рецептурний складник здобних булочок без погіршення їх якості [23].

1.1.2 Групи лікарських рослин за інтенсивністю фізіологічної дії та особливості їх використання у харчових технологіях. Лікарські та харчові властивості споришу (*Polygonum aviculare* L.)

«Нехай їжа буде вашими ліками, а ліки — вашою їжею»

Традиційно приписується Гіппократу

У роботі буде вивчено можливість додавання до хліба порошку трави споришу (*Polygonum aviculare* L.), який є лікарською рослиною. Лікарські рослини — це рослини, які містять біологічно активні речовини (БАР) у своїх органах і використовуються для лікування, профілактики захворювань або отримання лікарських засобів. Вплив лікарських рослин (ЛР) на організм не є універсальним і варіюється від м'якої загальнозміцнювальної дії до високотоксичної. Для безпечного використання у фармації рослинну сировину у Державній Фармакопеї України (ДФУ) традиційно поділяють на три основні групи відповідно до інтенсивності їхньої фармакологічної дії та рівня токсичності:

1. М'якої дії (харчові). Ці рослини містять низьку концентрацію біологічно активних речовин (БАР) і мають слабкий терапевтичний ефект. Вони характеризуються високим рівнем безпеки, що дозволяє їхнє широке використання у повсякденному харчуванні та для профілактичних чаїв. Призначенні для вітамінізація, покращення травлення, мають м'яку седативну дію (наприклад - шипшина, м'ята, ромашка). Тривале вживання у розумних дозах, як правило, безпечне.

2. Сильнодіючі. Рослини, що містять БАР у концентраціях, які забезпечують виражений терапевтичний ефект. Вони значно впливають на функції органів і систем. Їхнє застосування вимагає обережності та контролю,

прийом має бути курсами (з перервами), щоб уникнути побічних реакцій або накопичення. Неправильне дозування може спричинити функціональні порушення (це, наприклад, валеріана, женьшень, спориш).

3. Отруйні. Це рослини, які містять високотоксичні сполуки (сильні алкалоїди, глікозиди). Навіть невелика доза сировини може бути смертельно небезпечною. Вживання цілої рослини суворо заборонено поза фармацевтичним виробництвом. У медицині їх використовують лише для ізоляції чистих БАР, які потім суворо дозуються у препаратах. Це, до прикладу, наперстянка пурпурова (джерело серцевих глікозидів), блекота чорна.

Багато рослин, які ми щодня вживаємо в їжу, мають виражену лікувально-профілактичну дію завдяки високому вмісту вітамінів, мінералів, клітковини та біологічно активних сполук. Хоча вони є частиною раціону, їхні активні компоненти обумовлюють певні показання та, що важливо, протипоказання, які слід враховувати. Таким чином, ці "звичні" рослини виходять за рамки простої їжі і є потужними нутріцевтиками та фітопрофілактичними засобами, які повинні вживатися з урахуванням наявних хронічних захворювань. Таблиця складена за матеріалами [18 ст. 186, ст.194, ст.237, ст. 482]

Таблиця 1.2 Лікувально-профілактична дія та протипоказання звичних харчових рослин

Рослина	Основна лікувально-профілактична дія	Основні протипоказання та обмеження
Капуста білокачанна	Містить тартронову кислоту (перешкоджає утворенню жиру), клітковину (покрощує перистальтику), вітамін U (метилметіонін), який сприяє загоєнню виразок шлунка та дванадцятипалої кишки.	Гострий ентероколіт, підвищена кислотність шлунку (особливо сирий сік), підвищене газоутворення (метеоризм). Не рекомендується після операцій на черевній порожнині.
Кавун	Виражена сечогінна дія (завдяки великому вмісту води та низькому вмісту	Великі камені в нирках (ризик ниркової коліки), тяжкі форми цукрового діабету (через високий

Рослина	Основна лікувально-профілактична дія	Основні протипоказання та обмеження
	солей), сприяє виведенню надлишку рідини та розчиненню дрібних солей у нирках. Джерело лікопіну (антиоксидант).	вміст цукрів), порушення відтоку сечі (аденома простати).
Помідори (Томати)	Багаті на лікопін (потужний антиоксидант, знижує ризик серцево-судинних та онкологічних захворювань, краще засвоюється після термічної обробки). Джерело вітаміну С та калію.	Жовчнокам'яна хвороба (органічні кислоти можуть провокувати рух каменів), подагра (через вміст пуринів), алергічні реакції (часто спричиняють алергію).
Салат латук	Має заспокійливу (седативну) дію (завдяки алкалоїду лактуцину), легку снодійну властивість. Багатий на фолієву кислоту та вітамін К.	Гострі захворювання ШКТ (коліти, ентероколіти) через грубу клітковину. Вживання у великій кількості може бути не рекомендовано при подагрі (через пурини).
Шпинат	Рекордсмен за вмістом білка серед овочів. Багатий на залізо та вітамін К (сприяє згортанню крові). Має легку проносну дію.	Сечокам'яна та жовчнокам'яна хвороби, подагра, порушення сольового обміну (через високий вміст щавлевої кислоти). Не рекомендується приймати разом із препаратами, що розріджують кров (антикоагулянтами), через високий вміст вітаміну К.

Ці приклади демонструють, що розмежування між "харчовою" та "лікарською" рослиною умовне. Функціональні продукти харчування (нутріцевтики) мають виражену дію на організм, і їхнє вживання повинно бути зваженим, особливо при наявності хронічних захворювань. Органічні кислоти, що містяться в багатьох овочах (передусім у помідорах і шпинаті), відіграють

важливу роль у процесах травлення. Щавлева, яблучна та лимонна кислоти стимулюють секрецію травних соків і жовчі, покращуючи перетравлення їжі. Проте їхня активність може становити ризик для людей із жовчнокам'яною або нирковокам'яною хворобами, оскільки посилена секреція здатна спровокувати рух каменів і виникнення кольок.

Клітковина, яка у значній кількості присутня у всіх згаданих рослинах, є ключовим чинником їхнього лікувально-профілактичного впливу. Вона нормалізує випорожнення, сприяє виведенню токсинів та підтримує здорову мікрофлору. Водночас надлишкова або груба клітковина може викликати метеоризм чи подразнення при гострих запальних процесах шлунково-кишкового тракту, зокрема при ентеритах і колітах.

Термічна обробка має подвійний вплив. У випадку капусти вона знижує ризик метеоризму, полегшуючи засвоєння. Для помідорів навпаки — приготування у вигляді соусів або тушкованих страв підвищує біодоступність лікопіну, одного з найпотужніших рослинних антиоксидантів.

Слід також враховувати індивідуальну реакцію організму. Навіть поширені харчові рослини можуть спричиняти алергію або індивідуальну непереносимість, особливо це стосується помідорів. У разі появи таких симптомів їх вживання необхідно негайно припинити.

Використання лікарських рослин для збагачення харчових продуктів є актуальним на даний час. У монографічному дослідженні Вічко та співавт. (2024; 2025) розглядається використання лікарських рослин у харчових продуктах, зокрема в кисломолочних напоях[18]. Автори відзначають, що біоактивні фітоекстракти, такі як екстракт солодки, можуть підвищувати функціональні властивості продуктів харчування, збагачуючи їх природними антиоксидантами, полісахаридами та іншими корисними компонентами. При цьому звертається увага на технологічні аспекти: інтеграція рослинних добавок повинна забезпечувати збереження біологічно активних речовин під час обробки та зберігання продукту, не порушуючи його органолептичних показників. Розділ також підкреслює значення таких добавок для створення продуктів підвищеної

харчової цінності, що відповідають сучасним вимогам функціонального харчування. Дослідження демонструє, що лікарські рослини можуть ефективно використовуватися як фітофортифіканти, надаючи продуктам додаткові корисні властивості без негативного впливу на смак і текстуру [19].

У роботі М. Д. Кухтина та співавторів наведено результати оцінки закваски спонтанного бродіння з вмістом[68].

Спориш – однорічна рослина родини гречкових, поширена по всій території України. Трава споришу (*Polygonum aviculare* L.), відома як гірчак звичайний, є цінною лікарською рослиною, що здавна застосовується у народній та офіційній медицині. Вона має багатий хімічний склад, який зумовлює її широкі лікувальні властивості. До основних компонентів належать флавоноїди (авікулярин, гіперозид, кверцетин, кемпферол), що проявляють антиоксидантну, протизапальну та капілярозміцнювальну дію. Кремнієва кислота та її сполуки сприяють зміцненню сполучної тканини, підвищують еластичність судин, поліпшують стан хрящів та шкіри. Дубильні речовини мають в'язучу та протимікробну активність, органічні кислоти (щавлева, аскорбінова) беруть участь у регуляції обміну речовин та проявляють антиоксидантний ефект. У складі рослини також є вітаміни, зокрема вітамін С, каротиноїди, а також мінеральні елементи — калій, магній, марганець, цинк, залізо. Додатково спориш містить полісахариди та слизові речовини, що стимулюють імунітет та покращують регенерацію тканин.

Завдяки такому складу спориш виявляє виражені лікувальні властивості. Він має сечогінну дію, стимулює виведення рідини та солей з організму, що робить його корисним при набряках і хронічних хворобах нирок та сечового міхура. Літолітична дія забезпечує поступове виведення каменів при сечокам'яній хворобі. Протизапальні та антисептичні властивості застосовують у лікуванні гастритів, колітів, запальних процесів у нирках і сечовидільних шляхах. Капілярозміцнювальна та кровоспинна дія дозволяє використовувати спориш при маткових та гемороїдальних кровотечах. Завдяки вмісту заліза та вітаміну С він може бути корисним при анеміях, а наявність кремнію й

антиоксидантів робить рослину ефективною для відновлення опорно-рухового апарату. У народній медицині відвари споришу часто застосовують зовнішньо для промивання ран, лікування виразок і шкірних висипань [17].

У фармацевтичній практиці трава споришу входить до складу сечогінних зборів, застосовується як допоміжний засіб при хворобах нирок і сечового міхура, а також у комплексному лікуванні гіпертонії та атеросклерозу. Таким чином, спориш є багатофункціональною лікарською рослиною, що поєднує у собі широкий спектр біологічно активних речовин і різнобічні медичні ефекти [20].

Важливо, що трава споришу виявляє дуже м'яку дію і рослина раніше широко застосовувалася як цінна весняна зелень і вітамінне доповнення до страв. Трава споришу містить у великій кількості цукор і білки, а також кальцій, фосфор, цинк і кремній у засвоюваних (що дуже важливо) організмом людини формах. Аскорбінової кислоти спориш має вдвічі більше ніж лимон. Сік споришу має смоли та дубильні речовини, що сприяють травленню. Раніше в Україні молоде зілля, яке можна збирати до пізньої осені, споживали нарівні із щавлем. Готували салати, гарніри, додавали до юшок. А висушені плоди і листя розтирали у ступці й одержане борошенце використовували як додачу до зернового борошна під час домашнього випікання хліба, оладок, млинців [21].

Отже, порошок сухої трави споришу має історичне та сучасне застосування, хоча частіше це стосується його лікувальних властивостей, аніж суто кулінарних. Оскільки спориш (*Polygonum aviculare*) — це лікарська рослина, а не просто харчова добавка, і його щоденне вживання може мати небажані наслідки, особливо при тривалому прийомі.

Добова рекомендована доза хліба різниться у різних джерелах, але можна прийняти її за 100-150 г. При прийнятому у роботі дозуванню в 1% сухої трави від ваги борошна, то вживання 1-1,5 г трави споришу на день це невелика доза, але її щоденне та безперервне вживання може зашкодити через активні компоненти рослини.

Зазвичай, лікарські трави (як-от спориш) вживають курсами (20–25 днів) із обов'язковими перервами (10–12 днів або більше) між курсами, а не щодня безперервно, як харчовий продукт.

Можливість використання сухої трави споришу як добавку при випіканні хліба зумовлено невисокою концентрацією речовини, така доза не призведе до гострих проблем у здорової людини негайно. Щоденне та тривале вживання без перерв може бути небезпечним через накопичувальну дію активних речовин, особливо на нирки та систему згортання крові.

Щоб уникнути можливих ризиків пропонується використання збагаченого хліба з 1% сухої трави споришу (1-1,5 грами) лише раз на тиждень істотно змінює ситуацію. При такому рідкісному вживанні ризики, про які ми говорили раніше, стають мінімальними, а потенційна користь від його активних компонентів може проявитися.

Ось яку потенційну користь могло б принести епізодичне (раз на тиждень) вживання цієї невеликої дози споришу: причина, чому спориш вважається лікарською рослиною, криється в його складі:

- Спориш містить кремнієві сполуки та флавоноїди. Невелика доза може надати легкий сечогінний ефект, сприяючи виведенню надлишку рідини та дрібних солей (які ще не утворили великих каменів) із сечовивідних шляхів. Це може бути корисно для м'якої профілактики застою.

- Трава споришу багата на вітаміни (включаючи вітамін С) та мікроелементи (наприклад, цинк). Як частина різноманітної дієти, це забезпечить додаткову порцію цих мікроелементів та антиоксидантів, сприяючи загальному зміцненню імунітету.

- Спориш містить дубильні речовини (таніни), які можуть мати м'яку в'язучу дію на слизову оболонку кишківника, що може бути корисним для підтримки здоров'я травного тракту, особливо при схильності до діареї.

Таблиця 1.3 Зниження ризиків при вживанні порошку трави споришу лише раз на тиждень:

Ризик	Зниження ризику
Тромбоз/Згущення крові	Ризик мінімальний, оскільки Вітамін К та дубильні речовини не матимуть накопичувального ефекту, як при щоденному прийомі.
Ниркова коліка	Дуже низький ризик. 1-1,5 г не мають достатньої сили, щоб різко зрушити великі камені.
Накопичення щавлевої кислоти	Мінімальне накопичення, оскільки організм має 7 днів для повного виведення речовин перед наступною дозою.

Отже, вживання такого хліба раз на тиждень можна розглядати як м'яку фітопідтримку для організму, особливо для сечовивідної системи, без істотного ризику, пов'язаного з накопиченням активних речовин

Важливо: Навіть при рідкісному вживанні, якщо у Вас є діагностовані великі камені в нирках або серйозні проблеми зі згортанням крові, завжди краще порадитися з лікарем.

Не вдалося знайти жодних наукових чи практичних джерел, які б документально підтверджували використання *Polygonum aviculare* (горець птичий, спориш) у вигляді борошна як добавки до хлібних виробів у промисловому виробництві. Наукова література та кулінарні ресурси присвячені переважно застосуванню споришу як лікарської рослини — для приготування настоїв, лікувальних зборів, знеболюючих та антимікробних засобів, але не у харчовому контексті.

1.1.3 Теоретичні аспекти холодної ферментації тіста та її роль у технології хліба

При додаванні рослинних порошоків у тісто можуть спостерігатися зміни його властивостей, зокрема підвищене водопоглинання та зниження формостійкості. Для виправлення цього застосовували оптимізацію рецептури, стабілізатори та холодну ферментацію, яка уповільнює ферментативні процеси і покращує структуру та якість хліба. Холодна ферментація також знижує ризик побічних реакцій, пов'язаних із мікрофлорою рослинного порошку, зокрема надмірного утворення кислот або газів, які могли б розріджувати тісто. У підсумку повільний процес ферментації дозволяє утворити стабільний колоїдний каркас тіста, де білки та полісахариди формують організовану тривимірну структуру, здатну утримувати газові комірки та зберігати форму виробу.

За даними оглядової статті “New Insights on Low-Temperature Fermentation for Food” (MDPI, 2023), холодна ферментація сприяє стабілізації білково-крохмальної матриці та контролює біохімічні процеси в тісті. Низька температура пригнічує активність сторонніх ферментів та небажаної мікрофлори, які могли б прискорити руйнування клейковини. Це дозволяє білковому каркасу тіла “відпочити” і частково відновити свою структуру. У випадку тіста з порошком споришу холодна ферментація зменшує активність протеолітичних компонентів рослинної сировини, запобігаючи надмірному розрідженню тіста та підвищуючи його еластичність.

Крім того, холодова витримка сприяє поступовому набуханню волокон і поліфенольних комплексів споришу. При повільній гідратації ці компоненти рівномірно розподіляються в тісті та перестають витягувати надлишкову вологу. Це призводить до формування більш щільної і стабільної структури, зменшує липкість та покращує пластичність тіста. Одночасно повільна дріжджова активність у холоді дозволяє контролювати газоутворення: поступове накопичення вуглекислого газу відбувається синхронно зі зміцненням клейковинної сітки, що забезпечує здатність тіста утримувати форму під час вистоювання і випікання.

Таким чином, покращення реологічних властивостей тіста та стабілізація його структури при додаванні порошку споришу повністю узгоджуються з механізмами, описаними у статті MDPI. Холодна ферментація пригальмовує руйнівні ферментативні процеси, дає змогу компонентам рослинної сировини повільно гідратуватися, оптимізує дріжджовий метаболізм та стабілізує колоїдну структуру тіста. Як наслідок, тісто перестає бути липким, стає пластичним і формостійким, а готовий хліб зберігає правильну, гарну форму та покращену текстуру [24].

1.1.4 Технологія та особливості зберігання хлібобулочних виробів у замороженому стані

Планується заморожування готового хліба зі споришем у зв'язку з споживання його в обмеженій кількості та необхідністю забезпечити рівномірну доступність продукту протягом тижня. Заморожування дозволяє випікати хліб один раз на тиждень, а протягом решти часу використовувати попередньо заморожені вироби, що значно економить час, матеріальні ресурси та трудові витрати. Правильне заморожування та розморожування забезпечує збереження органолептичних характеристик хліба — колір, смак, аромат та пористість м'якушки залишаються близькими до свіжовипеченого продукту, що робить цей підхід ефективним для комерційного виробництва та раціональної організації технологічного процесу[25].

У сучасній харчовій промисловості розширення асортименту та збереження якості хлібобулочних виробів протягом тривалого часу є одним із ключових завдань. Збільшення масштабів виробництва та розвиток логістичних ланцюгів призвели до поширення сегмента «заморожених продуктів швидкого використання». У 2023 році [26] опублікували ґрунтовний огляд, присвячений збереженню якості хліба шляхом заморожування, зберігання та розморожування, у якому узагальнено вплив різних фаз кріозберігання на хімічні, фізичні та органолептичні властивості виробів. Центральною проблемою є мінімізація

черствіння та збереження текстури. Черствіння пов'язане з ретроградацією амілопектину — перебудовою структури крохмалю, що робить м'якушку сухою та крихкою. Заморожування значно уповільнює цей процес: при температурах нижче -18°C активність ретроградації майже припиняється, що подовжує термін збереження м'якості, хоча можливе окислення ліпідів, здатне викликати прогірклий присмак, що підкреслює значення правильної упаковки та запобігання контакту з киснем [27].

Фізичні зміни у структурі м'якушки при заморожуванні та зберіганні можуть бути більш руйнівними за хімічні. Швидкість утворення кристалів льоду критично впливає на структуру: повільне заморожування формує великі кристали, які пошкоджують тонкі стінки пор клейковини, а рекристалізація дрібних кристалів під час тривалого зберігання додатково погіршує однорідність м'якушки. Під час розморожування ключовою проблемою є міграція води: повільне розігрівання спричиняє втрату вологи у зовнішніх шарах, що робить м'якушку сухою та крихкою. Швидке нагрівання сприяє реабсорбції води та частковому відновленню структури крохмалю [28].

Однією з основних промислових технологій є ультрашвидке або шокове заморожування (IQF), яке дозволяє максимально швидко пройти критичну температурну зону від 0°C до -5°C , де відбувається інтенсивна кристалізація води, та зберегти структурно-механічні властивості м'якушки. Найбільш поширеним способом є шокове заморожування повітрям у тунельних або спіральних морозильних камерах при температурах від -25°C до -35°C і нижче, де потужна циркуляція холодного повітря забезпечує рівномірне та швидке охолодження всього об'єму виробу, зберігаючи його органолептичні та фізичні характеристики [29].

Ринок заморожених хлібобулочних виробів останніми роками демонструє помітне й стійке зростання, і ця тенденція добре простежується як у світі, так і в Європі. Європейський ринок відіграє провідну роль, формуючи понад третину світового доходу — приблизно 36,58% у 2024 році [30]. За оцінками галузевих досліджень, загальний обсяг цього сегмента в Європі досяг

близько 7,42 млрд USD, і прогнози свідчать, що він продовжуватиме зростати щонайменше протягом наступного десятиліття. Найвагомішу частку у структурі замороженої випічки займають саме хліб і хлібобулочні вироби, які становлять близько 42,31% усього світового ринку. Особливо швидко розвивається формат *Ready-to-bake*, адже він дозволяє підприємствам транспортувати напівготові вироби та випікати їх безпосередньо перед реалізацією, забезпечуючи максимально свіжий продукт для споживача.

В Україні також спостерігається помітне зміцнення позицій цього сегмента, хоча відкритих кількісних даних поки небагато. Попит на заморожені хлібобулочні вироби переважно концентрується у великих містах, де активно розвиваються мережеві супермаркети, пекарні (*in-store bakery*), кафе, АЗС та заклади HoReCa. Саме ці підприємства формують основну частину ринку, адже заморожена продукція дозволяє зменшити втрати, уникнути коливань у виробництві та легко підтримувати широкий асортимент. Крім того, розвиток сучасних холодильних логістичних систем створює умови для стабільного постачання виробів незалежно від географічного розташування. У підсумку можна стверджувати, що хліб і хлібобулочні вироби залишаються ключовим і найдинамічнішим сегментом замороженої продукції, а український ринок загалом рухається у напрямі європейських тенденцій.

Для здійснення промислового ультрашвидкого або шокове заморожування, найчастіше використовують спіральні морозильні апарати, у яких хліб або булочки рухаються по довгій спіральній стрічці всередині ізольованої камери. Завдяки інтенсивному обдуванню холодним повітрям температурою $-30\ldots-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ продукт швидко охолоджується з усіх боків, що забезпечує формування дрібних кристалів льоду та мінімізує пошкодження крихкої структури м'якушки. Перевагою цього обладнання є висока продуктивність і компактність, що робить його оптимальним для безперервного заморожування великих партій хлібобулочних виробів.

Тунельні морозильні апарати базуються на прямолінійному русі виробів через довгий охолоджувальний тунель, де діє потужний повітряний потік. Такий

тип обладнання відзначається простотою конструкції та ефективний для заморожування крупних або нестандартних за формою виробів.

Флюїдизаційні морозильники, попри високу ефективність при заморожуванні дрібних продуктів, для хліба практично не використовуються, оскільки їх принцип роботи передбачає "псевдозрідження" шару продукту, що несумісно з м'якою структурою випечених виробів.

Усі види морозильного обладнання оснащені потужними компресорами, ізольованими камерами, високошвидкісними вентиляторами та конвеєрними системами, що забезпечують стабільний холод і контрольований процес обробки. У випадку готового хліба саме спіральні морозильні апарати вважаються найбільш технологічно доцільними, оскільки забезпечують якісне та швидке заморожування без деформації виробу.

Отже, проведений аналіз літератури показав, що збагачення борошна та хліба різними харчовими та біологічно активними добавками є ефективним способом підвищення харчової цінності та профілактики дефіцитів у населення. Вітаміни, мінерали, білкові концентрати, клітковина та рослинні екстракти широко застосовуються у світовій практиці, при цьому особлива увага приділяється їхньому впливу на органолептичні та технологічні властивості хліба.

Лікарські рослини, такі як спориш (*Polygonum aviculare* L.), можуть бути використані як функціональні добавки, збагачуючи хліб біологічно активними речовинами. Водночас їх застосування потребує дотримання оптимальних дозувань та режимів споживання, оскільки надмірне або щоденне використання може викликати небажані ефекти.

Застосування холодної ферментації є ефективним методом покращення технологічних властивостей тіста з додаванням рослинних порошків. Цей процес стабілізує білково-крохмальну матрицю, підвищує формостійкість і поліпшує якість м'якуша, зменшуючи негативний вплив сторонніх ферментів та мікрофлори.

Використання заморозки готових або напівфабрикатних хлібних виробів дозволяє оптимізувати виробничий процес, підвищити ефективність та розширити асортимент хліба особливого призначення, зберігаючи його якість та органолептичні характеристики.

Таким чином, інтеграція харчових та лікарських добавок, технологій холодної ферментації та заморозки створює умови для виробництва хліба підвищеної харчової та функціональної цінності, що відповідає сучасним вимогам раціонального та здорового харчування

1.2 Мета, об'єкт, предмет та методи досліджень

Метою дослідження було розробити рецептуру та технологію виробництва хліба з біологічно активними добавками за рахунок додаванням порошку сухої трави яка має доказові лікувальні властивості. Дослідження спрямоване на вивчення впливу споришу на структурно-механічні властивості тіста, показники готового виробу, а також на можливість підвищення антиоксидантної активності та біологічної цінності хліба.

Для досягнення поставленої мети у роботі були сформульовані такі завдання:

1. При виборі і аналізі сировини

- провести огляд літературних джерел щодо особливостей сучасного харчування, його впливу на здоров'я та стан організму, сучасні тенденції у розумінні здорового та корисного раціону. Було обрано траву споришу як додаткову рослинну сировину для хліба, оскільки вона містить значну кількість біоактивних сполук — поліфенолів, флавоноїдів, природних антиоксидантів, харчових волокон, органічних кислот та мікроелементів. Крім того, спориш є традиційною і добре відомою місцевою рослиною, що робить його доступним та доцільним для використання у харчових технологіях.
- встановити технологічні характеристики порошку споришу: вологоутримувальну здатність, вплив на консистенцію та реологічні властивості тіста.

- проаналізувати можливі обмеження та особливості його застосування у хлібопеченні (ферментативний вплив, можливе розрідження тіста, взаємодія з клейковиною).

2. При розробці рецептури

- адаптувати традиційну рецептуру пшеничного хліба до введення порошку споришу, визначивши оптимальний відсоток його внесення з урахуванням її впливу на структурно-механічні властивості тіста та якість готового виробу. Передбачається визначити оптимальну кількість додавання рослинної сировини, що забезпечить підвищення харчової цінності хліба без погіршення смаку та вигляду хліба.

- провести коригування рецептури з урахуванням зміни вологості, кислотності та в'язкості тіста при додаванні споришу.

3. Технологічні процеси

- визначити оптимальні умови замісу тіста з порошком споришу, зокрема тривалість автолізу, інтенсивність механічної обробки та час бродіння.
- дослідити вплив споришу на реологічні властивості та поведінку тіста під час вистоювання.

4. Оцінювання готового виробу

- провести органолептичну оцінку хліба (зовнішній вигляд, колір м'якушки, структура пористості, смак і аромат).

Методи досліджень. Для визначення якості сирової клейковини наважку 25 г борошна змішують із 14 мл води, замішують тісто та витримують 20 хв. Потім клейковину відмивають у великій кількості води до повного видалення водорозчинних компонентів, після чого віджатий продукт висушують і зважують. Отриману масу клейковини множать на 4 для розрахунку вмісту на 100 г борошна. Маса відмитої клейковини відображає здатність білків борошна утворювати еластичну і міцну глютену мережу, яка визначає формування тіста, його об'єм і структуру м'якушки.

Визначення розпливання кульки тіста проводять відбираючи по 100 г тіста, формують кульки, які розстоюють у термостаті при 30 ° С на гладкій поверхні, проводячи вимірювання штангенциркулем діаметр кулі тіста початковий, за 60,120 і 180 хв. Дозволяє оцінити формостійкість тіста.

Час спливання кульки дріжджового тіста визначають, поміщаючи однакові зразки у ємності з надлишком води і витримуючи в термостаті. Фіксують момент, коли кулька спливає на поверхню, періодично обережно помішуючи скляною паличкою для запобігання прилипання до дна. Цим дослідженням визначають газоутворюючу здатність тіста, тобто швидкість і інтенсивність ферментації дріжджів. Час спливання кульки відображає, наскільки швидко тісто утворює гази та збільшується в об'ємі під час бродіння.

1.3 Результати досліджень

Важливо було підібрати оптимальний вміст добавки. У народній кулінарній практиці трава споришу використовувалася як доступна рослинна добавка до борошна або тіста, зокрема у домашньому випіканні хліба, особливо навесні, коли раціон був найбільш збіднений важливими біологічно активними речовинами. У літературних джерелах згадуються випадки застосування подрібненого висушеного споришу для збагачення хліба природними рослинними компонентами та поліпшення його поживних властивостей, але немає згадок про її кількість.

У межах дослідження як рослинну добавку застосовано аптечний фітопрепарат трави споришу, який відповідає чинним стандартам якості та безпечності. Препарат був наданий у вигляді гранул; перед використанням їх ретельно розтирали до порошкоподібної консистенції з метою забезпечення рівномірного розподілення у тісті.

Терапевтично визначеною добовою дозою рекомендованою для лікування є настій з 15 г сухої трави. При плануванні регулярного вживання доза має бути меншою. Крім того, саме при використанні як харчового продукту визначальними критеріями мають бути смак і привабливий вигляд продукту [35].

При лабораторному випіканні було досліджене дозування 1% і 3% порошку відносно маси взятого борошна.

Додавання порошку трави споришу до пшеничного тіста спричиняє технологічні труднощі, серед яких - надмірна липкість тіста, зниження його пружності та погіршення формоутримування. Це пов'язано з тим, що порошок споришу містить клітковину, поліфеноли, органічні кислоти та ферменти, які взаємодіють з білково-клейковинною системою тіста. У результаті цих взаємодій відбуваються зміни в гідратації компонентів, що призводить до формування рідкуватої та слабо структурованої маси. На ранніх етапах замішування тісто із додаванням споришу проявляє підвищену липкість і погано тримає форму.

Однак проведення тривалої холодної ферментації дозволяє досягти протилежного ефекту.

Дослідження клейковини.

Розроблення рецептури хліба із споришем проводили на основі комбінованого складу борошна: 80% пшеничного борошна II сорту та 20% борошна I сорту, що дозволило отримати бажану структуру м'якушки та харчову цінність. З огляду на те, що борошно II сорту є домінуючим у рецептурі, саме його використовували як сировину для визначення вмісту сирової клейковини та оцінювання її якості.

Таблиця 1.4 Дослідження якості клейковини.

Клейковина	Контроль	Додавання 1% трави	Додавання 3% трави
Колір	сіруватий	Сіруватий із легким зеленкуватим відтінком	Сірувато-зеленкуватий
Вміст сирової клейковини	30	27	26
Розтяжність, см	11	8	7,5
Характер розриву	Достатньо плавний	рваний	Більш раптовий, різкий

Отже, додавання порошку споришу змінює колір клейковини, надаючи їй зелено-сіруватий відтінок, а з підвищенням концентрації спостерігається зниження вмісту клейковини, зменшення розтяжності та погіршення характеру розриву. Загалом, порошок споришу знижує міцність клейковини, що необхідно враховувати при розробці рецептури та технології замісу і вистоювання тіста. Найбільш оптимальною для збереження структури тіста вважається концентрація трави до 1%, коли вплив на розтяжність та розрив є менш критичним.

Під час лабораторних досліджень у момент замісу тіста при додаванні порошку трави споришу тісто одразу розріджується, стає липким, що, можливо, свідчить про вплив ферментативно активних компонентів рослинної сировини на тісто. Біологічно активні речовини та ферменти споришу знижуючи його в'язкість і здатність утримувати форму.

Для оцінки формостійкості тіста підготовлено кульки однакової маси: контрольну та з додаванням порошку трави споришу у концентраціях 1% і 3%. Вимірювання проводили одразу після замісу та після 60, 120 та 180 хв вистоювання, щоб оцінити зміни форми під час дозрівання тіста. Отримані дані представлені у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 Визначення розпливання кульки тіста

	Діаметр кульки після замісу	Діаметр кульки через 60хв	Діаметр кульки через 120 хв	Діаметр кульки через 180 хв
контроль	6	10,9	12,3	13,8
додавання 1% порошку споришу	6,5	11,6	13,2	15,1
додавання 3% порошку споришу	6,8	12,3	14	16,3

Графічне подання результатів визначення розпливання кульки тіста залежно від вмісту порошку споришу наведено на рис. 1.1

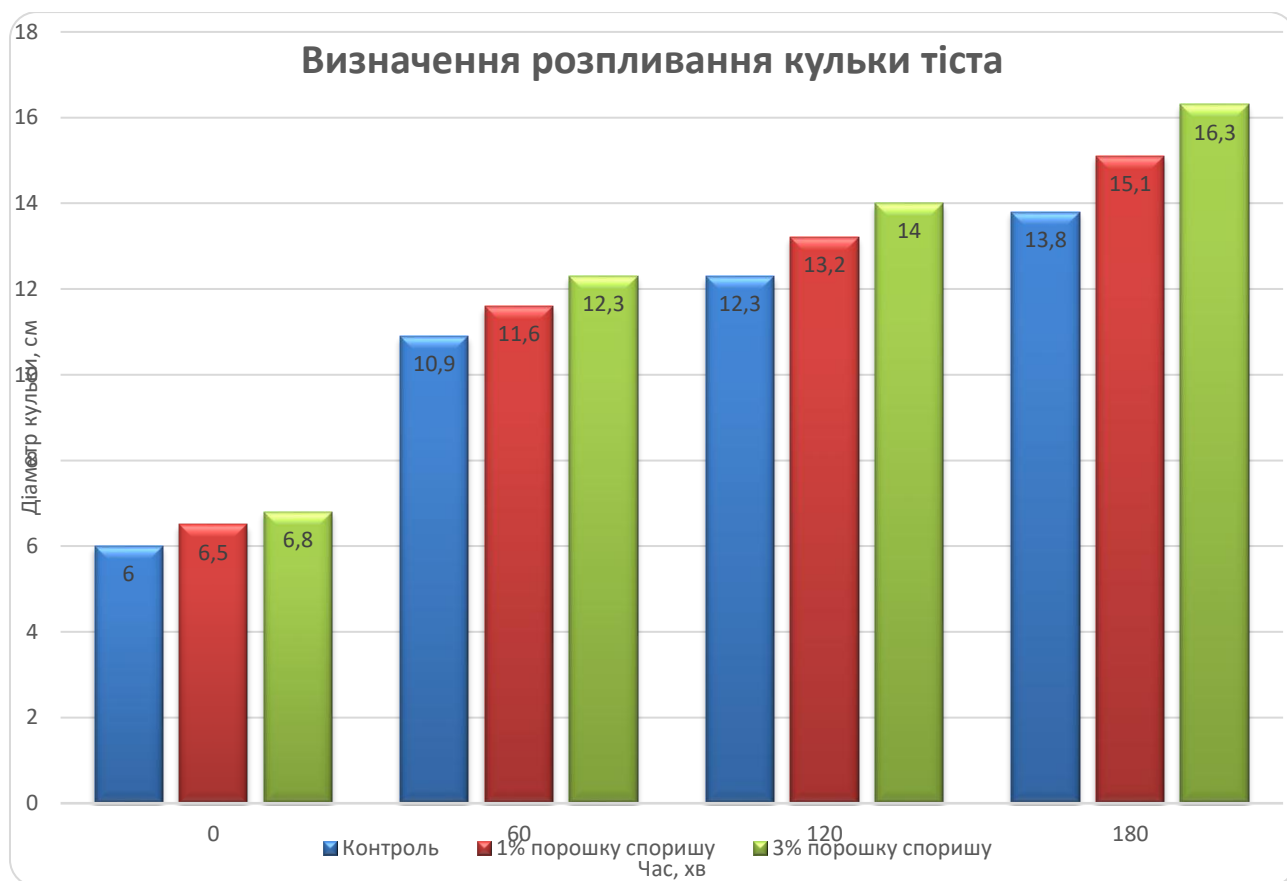


Рис.1.1 Визначення розпливання кульки тіста залежно від вмісту порошку споришу.

Побудована діаграма наочно відображає зміну діаметра тістової кульки в часі та дозволяє порівняти інтенсивність розпливання контрольного зразка з дослідними зразками, що містять 1 % та 3 % порошку споришу. Використання графічного представлення спрощує аналіз експериментальних даних і підтверджує вплив рослинної добавки на реологічні властивості тіста.

Додавання порошку трави споришу зменшувало висоту тіста та збільшувало його діаметр як одразу після замісу, так і після вистоювання. Найбільш помітний ефект спостерігався при концентрації 3%, коли тісто розтікалося сильніше і мало меншу висоту. Це свідчить про зниження формостійкості при збільшенні кількості трави, тому для збереження оптимальної структури та форми тіста рекомендується використовувати концентрацію не більше 1%.

Також досліджувався час спливання кульки дріжджового тіста (таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 Час спливання кульки тіста

	Час спливання, хв
Контроль	12
додавання 1% порошку споришу	11
додавання 3% порошку споришу	12

Дослід на час спливання кульки дріжджового тіста використовують для оцінки піднімальної сили. Однаковий час спливання у контрольному зразку та у тісті з додаванням порошку споришу свідчить про те, що введення трави не пригнічує активність дріжджів і не змінює інтенсивність бродіння [36]. Це означає, що початкове газоутворення відбувається на однаковому рівні, а клейковинний каркас тіста на ранніх етапах зброджування все ще достатньо ефективно утримує газ. Це означає, що технологічний режим початкового бродіння не потребує корекції. Таким чином, додавання споришу у досліджених концентраціях не впливає на швидкість початкового дозрівання тіста, хоча подальші етапи оброблення можуть потребувати змін через загальну тенденцію до послаблення клейковини.



Рисунок 1.2 Піднімання тіста протягом першої години відбувалося з однаковою інтенсивністю як у контрольному зразку, так і у тісті з додаванням порошку споришу.

Було проведено дослідження із водопоглинаючої здатності, результати якого представлені у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 Водопоглинаюча здатність

	Водопоглинаюча здатність
--	--------------------------

борошно	8,5
Суміш борошна і 1% порошку трави споришу	8,2
Порошок трави споришу	5,5

Результати центрифугування показали, що водопоглинаюча здатність порошку трави споришу (5,5 г/г) є суттєво нижчою, ніж у борошна (8,5 г/г). Додавання 1% порошку до борошна знижує ВПЗ суміші до 8,2 г/г, що свідчить про поступове зменшення кількості води, яку може утримувати система. Це означає, що порошок споришу не тільки має власну низьку водопоглинальну здатність, а й зменшує загальну здатність борошняної суміші утримувати вологу. У технологічному аспекті це може призвести до більш м'якого, менш зв'язного тіста та потребувати корекції рецептури за кількістю доданої води.



Рисунок 1.3 Зразки випеченого хліба – контроль, додавання 1% порошку трави споришу і 3% порошку трави споришу

Тісто з додаванням порошку трави споришу виявилось більш липким, менш пружним і схильним до розпливання. Зниження водопоглинаючої здатності та погіршення розтяжності також підтверджують, що спориш розріджує структуру тіста і погіршує його формостійкість.

Можна припустити, що підвищена автолітична активність тіста, що проявляється його розрідженням, зумовлена надмірною активністю ферментів

борошна, передусім протеаз і амілаз. Протеази інтенсивно гідролізують білки клейковини, послаблюючи клейковинний каркас, тоді як амілази прискорюють розщеплення крохмалю з утворенням водорозчинних продуктів. Біоактивні речовини порошку трави споришу можуть впливати на ферментативну активність борошна кількома механізмами. Спориш містить поліфенольні сполуки (флавоноїди, фенольні кислоти, таніни), які здатні інгібувати амілази та протеази шляхом зв'язування з активними центрами ферментів або утворення комплексів «фермент–поліфенол». Органічні кислоти рослинної сировини можуть змінювати рН тіста, зсуваючи його від оптимуму дії ферментів борошна і, відповідно, зменшуючи інтенсивність автолітичних процесів. Харчові волокна споришу можуть зв'язувати воду, обмежуючи її доступність для ферментативного гідролізу крохмалю та білків.

Таким чином, спостережувані зміни реологічних властивостей тіста при додаванні порошку трави споришу можуть бути наслідком комплексного впливу його біоактивних компонентів на ферменти борошна, що доцільно враховувати при виборі режимів бродіння, зокрема холодної ферментації. Механізми дії порошку трави споришу на тісто ще потребує додаткових досліджень.

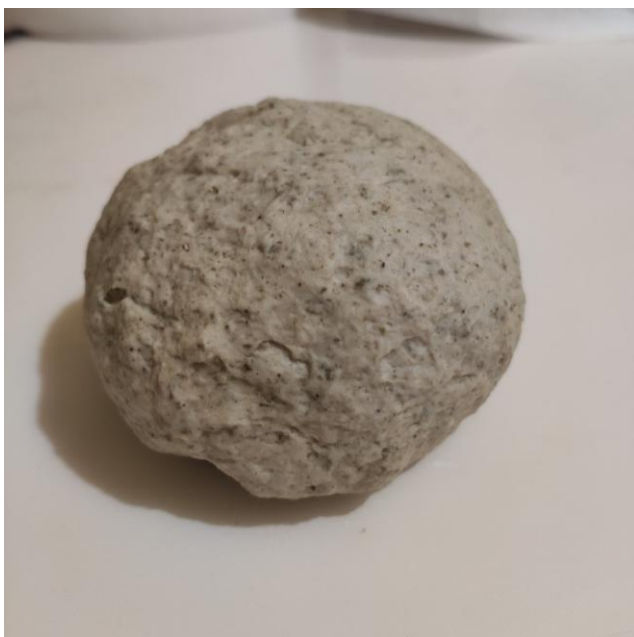


Рис. 1.4 Тісто в якому 20% води замінено молочною сироваткою із вмістом трави споришу 3%

У дослідженні встановлено, що при заміні 20 % води сироваткою під час замішування тісто зберігало форму, майже не розпливалося і виявляло мінімальну липкість. Це можна спробувати пояснити слабокислою реакцією сироватки, яка знижує рН тіста і частково пригнічує активність амілаз, зменшуючи утворення низькомолекулярних декстринів, що відповідають за липкість. Білки сироватки та мінеральні солі (зокрема кальцій) беруть участь у структуроутворенні зменшуючи поверхневу клейкість тіста.

Застосування холодного вистоювання компенсувало ці недоліки: під дією низької температури тісто ставало щільнішим, краще тримало форму і легше піддавалося формуванню. Це свідчить, що охолодження уповільнює протеолітичні процеси, що є важливим технологічним прийомом при роботі з рослинними добавками, які послаблюють структуру тіста.



Рисунок 1.5 Контрольний зразок, хліб з додаванням 1% та 3% порошку трави споришу. Замість із наступною холодною ферментацією.

Для перенесення тіста в холод проводять його попередню підготовку.

Початковим етапом є замішування та додавання інгредієнтів для створення початкової клейковинної мережі та розподіл активних компонентів. Місять тісто до стану, коли воно стане відносно гладким і легко відділятиметься від стінок.

Далі час теплої балк-ферментація (коротка), що має на меті дати дріжджам швидко "стартувати", щоб створити початкову структуру, але не

перекиснути. Температура 20-25 °C і час 30-60 хв . Тепла фаза має бути дуже короткою, такщоб тісто збільшилось в об'ємі лише на 10-20%.

Ще одним технічним прийомом, який сприяє розвитку клейковини це обминання (складання / Folds) яке призначене для того щоб фізично зміцнити клейковинну мережу, зруйновану порошком трави, перш ніж поставити тісто в холод. Проводять 2–3 цикли обминань (складань) з інтервалом у 30 хвилин. Обминання мають бути делікатними, але ефективними, край тіста витягують і складають його до центру, щоб створити натяг [10]. До моменту перенесення в холодильник тісто має бути більш пружним і мати натягнуту поверхню. Цей механічний вплив важливий для компенсації розріджуючої дії трави і покращення структури тіста.

Відразу після останнього обминання (складання) та короткої теплої фази тісто у закритих (для попередження завітрювання) контейнерах переносять у холодильник з температурою 4-8 °C на 12-24 години. Холодна ферментація покращує якість хліба, зменшує липкість і підвищує харчову цінність, має підтвердження в харчовій науці та технології хлібопечення.

Зміцнення структури тіста та зникнення липкості при охолодженні підтверджуються дослідженнями, що стосуються таких факторів як кислотність (pH), активність ферментів.

Дослідження підтверджують, що органічні кислоти, які повільно виробляються під час холодної ферментації, є причиною структурних змін. Кисле середовище сприяє утворенню дисульфідних зв'язків у клейковині та зменшує взаємодію білків з водою, що зменшує липкість і підвищує пружність тіста.. "Під час бродіння кислотність тістових заготовок збільшувалася за всіх температурних режимів..."[37]

Також холод є критичним для уповільнення ферментів, які можуть бути причиною розрідження (липкості). Більшість ферментів (особливо протеази, які руйнують білок, та амілази, які розріджують крохмаль) мають оптимальну температуру в діапазоні 25–40°C. Температура холодильника (4–8°C) різко знижує їхню активність, запобігаючи подальшій деградації клейковини та

розрідженню тіста. Цей ріст кислотності є ключовим. Органічні кислоти (молочна та оцтова), що повільно виробляються бактеріями в холоді, зміцнюють клейковинну мережу (глютен) [38]. Це протидіє розріджувальній дії порошку трави, робить тісто більш пружним і менш липким.

Час у холодильнику також необхідний для повного зв'язування води. Тривала експозиція дозволяє воді повністю просочити як борошно, так і додані волокнисті матеріали (наприклад, порошок трави). Це зв'язує "вільну" воду, яка робить тісто липким і важким для формування.

Є дослідження, які підтверджують, що низька температура дозволяє технологічно контролювати процеси, які інакше протікають занадто швидко [39]. Автори вивчали довготривалу ферментацію при $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$ і $+15^{\circ}\text{C}$ протягом від 8 до 48 годин, що підтверджує можливість стабільної роботи дріжджів (та природної мікрофлори) в холоді [40].



Рисунок 1.6 На верхньому фото хліб випечений без холодної ферментації, нижнє фото – хліб випечений після довгого холодного розстоювання тіста. Послідовно зліва направо контроль, хліб із додаванням 1% трави споришу і 3% порошку.

Оскільки хліб — це продукт щоденного споживання, першочерговим показником його якості є смак та привабливість. Новий виріб має сенс створювати лише тоді, коли він не лише корисний, а й подобається споживачеві. Тому першочерговим завданням була органолептична оцінка впливу порошку трави на хліб.

В умовах лабораторії було випечено хліб базової рецептури (контроль) та з додаванням 1% та 3% аптечного препарату порошку трави споришу (Таблиця 1.8).

Таблиця 1.8 Порівняльне оцінювання якості досліджуваних виробів

Показники	контроль	Кількість порошку трави споришу	
		1%	3%
Стан поверхні	Скоринка рівномірно забарвлена, поверхня злегка бугриста, має типовий для виробу матову поверхню, товщина скоринки однорідна по всій площі.		
Колір м'якушки	М'якушка хліба має колір, характерний для виробів із пшеничного борошна 2-го сорту: кремово-сіруватий із легким бежевим відтінком. Забарвлення рівномірне по всій товщині	М'якушка хліба має більш темний колір із сірувато-зеленкуватим відтінком, забарвлення злегка нерівномірне за рахунок включень трави	Колір м'якушки темний сіро зеленкуватий, місцями з синюватим відливом. Не характерний для хліба
смак	виражений зерновий, з легкими хлібними нотами, більш насичений і глибокий порівняно з хлібом із борошна вищого та першого сортів	Хлібний смак доповнений ледь гіркуватими трав'яними нотками. Приємний, збалансований, більш виразний аніж у контролі	Хлібний смак майже не відчувається, домінує присмак добавки – гіркувато-трав'янистий

Вологість, %	44	43	43
пористість	М'якушка дрібно- та середньопориста із помірно нерівномірною структурою	М'якушка великопориста, з нерівномірними порами із тонкими еластичними стінками пор	Пори різної величини, нерівномірно розташовані в об'ємі м'якшки

Проведені дослідження показали, що додавання порошку споришу у кількості 1% до маси борошна є технологічно обґрунтованим і забезпечує оптимальні показники якості хліба. При такій концентрації рослинна добавка не порушує структуру клейковинного каркаса, що дозволяє тісту зберігати еластичність, формостійкість та здатність утримувати газ під час бродіння. За вмісту 1% не фіксується надмірного розрідження тіста, характерного для більш високих дозувань, й зберігається нормальний перебіг ферментаційних процесів. Після холодної ферментації тісто набуває стабільної консистенції, легко формується та утримує форму під час випікання.

З органолептичної точки зору, саме 1% споришу забезпечує врівноважений смаковий профіль: легкий трав'яний тон гармонійно доповнює класичний смак хліба з борошна 2-го сорту, не викликаючи гіркоти чи різкого присмаку, які відзначаються за підвищеного дозування. Колір м'якушки залишається природним, а характерна для хліба структура пор не порушується. Таким чином, добавка у кількості 1% сприяє покращенню харчової цінності виробу без негативного впливу на смак, аромат та зовнішній вигляд, що дає підстави вважати її оптимальною для використання в хлібопекарській технології.

2. Техніко-економічне обґрунтування

У цій частині кваліфікаційної роботи наведено техніко-економічні передумови проектування хлібопекарського підприємства середньої потужності в м. Тернопіль.

1.1 Характеристика місця розташування підприємства

Проектоване підприємство доцільно розміщувати в м. Тернопіль, що є адміністративним центром Тернопільської області та Тернопільської міської територіальної громади. Тернопільська МТГ об'єднує 11 населених пунктів, а чисельність населення громади станом на 01.01.2023 р. становить 228,6 тис. осіб, загальна площа - 151,4 км² [57] Місто Тернопіль є осередком розвитку регіону та має розвинену транспортну і торговельну інфраструктуру; площа міста становить близько 72 км². [58]

Вибір Тернополя як пункту розміщення хлібопекарського підприємства обумовлений такими факторами:

концентрацією споживачів (значна чисельність населення громади та міста);

розвиненими каналами збуту (мережевий ритейл, гуртові бази, HoReCa, бюджетні установи);

логістичними перевагами (доступність автотранспортних шляхів, зручність розвезення продукції в межах міста та приміської зони);

можливістю стабільного кадрового забезпечення (місто - освітній і промисловий центр області).

Оцінка ринкової потреби та вибір потужності підприємства

Для орієнтовного визначення місткості ринку хліба застосовують підхід на основі нормативного споживання. У наукових і прикладних розрахунках часто використовується орієнтир 101 кг хліба на 1 особу на рік (як узагальнений показник «споживчої/раціональної норми» для оцінювання місткості ринку) [59]. Тоді теоретична річна потреба громади у хлібі може бути оцінена як:

$$P_{\text{річн}} = N \cdot H,$$

де N - чисельність населення, осіб; H - норма споживання, кг/особу на рік.

Беручи $N=228,600$ осіб (Тернопільська МТГ на 01.01.2023) [59] та $H=101\text{кг/рік}$ [59] отримаємо орієнтовну місткість:

$$P_{\text{річн}} \approx 228,600 \cdot 101 \approx 23,088,600 \text{ кг/рік} (\approx 23,1 \text{ тис. т/рік}).$$

Очевидно, що фактичний обсяг реалізації конкретного підприємства буде меншим за місткість ринку через:

наявність конкурентів (місцеві заводи, приватні пекарні, пекарні супермаркетів);

часткове заміщення хліба іншими видами зернових продуктів;

диференціацію попиту (ціна/якість/свіжість/локація/бренд).

Тому для підприємства середньої потужності доцільно приймати цільову частку ринку на рівні, наприклад, 8–15% у межах міста/громади (на старті - нижче, з подальшим зростанням за умови стабільної якості та ефективної логістики).

Для узгодження з прийнятою технологічною схемою (механізація, силосне зберігання базових сортів борошна, двозмінна робота ключових ділянок, можливість періодичного випікання окремих виробів і заморожування “Хліба із споришем”) рекомендовано прийняти виробничу потужність підприємства на рівні 18–25 т/добу готової продукції. Такий діапазон:

відповідає поняттю “середньої потужності” для міського хлібопекарського виробництва;

забезпечує економію на масштабі при збереженні керованості процесу;

дозволяє одночасно випускати масові сорти щоденного попиту та спеціалізовані вироби з періодичним випіканням.

Режим роботи доцільно передбачити:

основне виробництво - 2 зміни (наприклад, 2×8 год) із гнучким стартом зміни під нічне/ранкове випікання;

експедиція та логістика - ранкова зміна + денний дозавіз;

“Хліб із споришем” (функціональний продукт) - періодичний випуск 1 раз на тиждень з подальшим шоким заморожуванням, що знижує ризики списань і стабілізує якість партій.

1.2 Дослідження ринку та конкурентного середовища

Ринок хлібобулочних виробів у Тернополі представлений підприємствами промислового типу, регіональними виробниками, приватними пекарнями та пекарнями при мережевих магазинах. Конкуренція має переважно локальний характер і базується на таких факторах:

- стабільність якості та смакових властивостей;
- свіжа доставка (час “від печі до полиці”);
- ширина асортименту;
- ціна та промо-політика;
- доступність у торгових точках.

До найбільш помітних виробників/постачальників хліба в регіоні (які можуть формувати конкурентне поле для Тернополя) належать:

ТОВ “Тернопільхлібпром” (підприємство “Тернопільхліб”) - діюче підприємство з виробництва хлібобулочних виробів у місті. [61, 62]

ТОВ “Надзбруччя Хліб” (м. Підволочиськ; поставки в т.ч. на Тернопіль) - регіональний виробник, що має канали збуту в області. [63];

також конкурентами виступають локальні приватні пекарні та пекарні роздрібних мереж, які мають перевагу “гарячої випічки” у точці продажу (але обмежені асортиментом і продуктивністю).

З огляду на це стратегія нового підприємства повинна поєднувати:

масові вироби стабільної якості (ядро асортименту, щоденний випуск, ранкова доставка);

диференціацію через спеціалізовані продукти (функціональний “Хліб із споришем”, хлібці/вироби з підвищеною харчовою цінністю, контроль солі/клітковини тощо);

раціональну логістику (маршрути “центр–спальні райони–приміська зона”, контроль повернень);

виробничу гнучкість (поєднання силосного й тарного борошна, можливість періодичних партій).

1.3 SWOT-аналіз проєктованого підприємства розглянуто у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Узагальнений SWOT-аналіз для підприємства, що планує реалізовувати продукцію на ринку м. Тернопіль і приміської зони.

Сильні сторони	Слабкі сторони
Раціоналізована та механізована схема виробництва;	Значні стартові капіталовкладення в обладнання та логістику;
Можливість стабільної якості завдяки контролю режимів (ферментація/випікання/охолодження);	Чутливість попиту до ціни в сегменті “масового” хліба;
Гнучкий асортимент (масові вироби + спеціалізовані партії);	Потреба у чітко налагодженому збуті з мінімізацією повернень;
Наявність технологічного рішення для “Хліба із споришем” із періодичним випуском і заморожуванням (зменшення списань);	Залежність від стабільності постачання борошна/дріжджів/енергоресурсів;
Можливість швидкої доставки по місту завдяки компактній логістиці;	Необхідність маркетингової підтримки для нового бренду;
Можливості (зовнішні фактори)	Загрози (зовнішні фактори)
Зростання попиту на продукти з доданою цінністю (цільнозернові, функціональні, з рослинними добавками);	Посилення конкуренції з боку мережеских пекарень і локальних виробників;
Розвиток HoReCa та доставки готових продуктів;	Коливання цін на сировину й енергоносії;
Розширення збуту в бюджетний сектор (за умови відповідності вимогам закупівель);	Логістичні ризики та сезонні коливання попиту;
Оптимізація виробництва через планування партій і заморожування частини виробів;	Зниження платоспроможності населення, зміна структури споживання;

1.4 Характеристика сировинної зони

Сировинна зона підприємства визначається можливістю стабільного забезпечення основними компонентами: борошном (пшеничне вищого та першого ґатунку; додатково - цільнозернове/кукурудзяне/з добавками), дріжджами, сіллю, цукром, жирами, водою, а також спеціальними інгредієнтами (зокрема порошок трави споришу для відповідного виду хліба).

Для Тернополя сировинна база є сприятливою з огляду на аграрну спеціалізацію області та наявність переробних підприємств і логістики. Постачання борошна доцільно організувати базуючись на даних [64]:

з підприємств борошномельної/зернопереробної інфраструктури області (поставки борошновозами для безтарного зберігання базових сортів);

додаткові види борошна - у тарі (мішки) для гнучкого рецептурного планування та невеликих обсягів, що узгоджується з технологічним рішенням (комбінована схема з силосами для основних сортів та мішковим зберіганням рідкісних видів).

Сировину спеціального призначення (рослинні порошки) доцільно закуповувати у сертифікованих постачальників із підтвердженням якості, мікробіологічних показників та стабільності фракційного складу. Це важливо для “Хліба із споришем”, оскільки якість порошку безпосередньо впливає на реологічні властивості тіста й відтворюваність результату.

Постачання молочної сировини та похідних компонентів (за потреби рецептур) може здійснюватися від регіональних виробників/молокопереробних підприємств, із дотриманням умов холодового ланцюга та вимог безпечності харчових продуктів.

1.5 Обґрунтування асортименту продукції та ув'язка з потужністю і режимом роботи

Асортимент проєктованого підприємства формується з урахуванням:

структури попиту населення Тернополя (переважання масових сортів щоденного споживання);

конкурентного середовища (необхідність диференціації);

технологічних можливостей підприємства (механізація, контроль режимів ферментації, наявність обладнання для подових і формових виробів, можливість заморожування);

мінімізації повернень і списань через планування партій.

Пропонована структура асортименту

Для підприємства середньої потужності доцільно прийняти асортиментну матрицю з трьох груп:

Група А. Масові хліби щоденного попиту (основний обсяг, 70–80%)

пшеничні формові/подові;

житньо-пшеничні;

батонні вироби базового сегменту.

Ця група забезпечує стабільне завантаження печей і тістоприготувального відділення, формує основну виручку та потребує чіткої ранкової логістики.

Група В. Вироби підвищеної харчової цінності (15–25%)

цільнозернові, з висівками;

хлібці/вироби зі зниженою масовою часткою солі (за потреби);

продукти з рослинними компонентами (насіння, злаки, ін.).

Ця група створює додану цінність і дає конкурентну перевагу в середньому ціновому сегменті.

Група С. Спеціалізований функціональний продукт - “Хліб із споришем” (3–8%)

Технологічна схема “Хліба із споришем” передбачає комбіновану ферментацію (коротка тепла + тривала холодна), а також доцільність періодичного випікання 1 раз на тиждень із подальшим шоким заморожуванням для забезпечення наявності продукту протягом тижня без втрат якості та з мінімізацією списань. Такий підхід прямо пов’язує асортимент із економікою виробництва: продукт функціонального призначення має прогнозовано обмежений, але стабільний попит, тому виробництво великими щоденними партіями є ризиковим, а модель “тижнева партія + заморожування” є більш обґрунтованою.

Ув'язка асортименту з потужністю та режимом роботи

Прийнята потужність (орієнтовно 18–25 т/добу) реалізується за рахунок: щоденного виробництва групи А та В у двозмінному режимі;

виділення одного технологічного “вікна” на тиждень для групи С (спеціалізований хліб), із подальшим циклом заморожування та зберігання при низьких температурах.

Таким чином:

потужність печей та тістоприготувального відділення використовується рівномірно;

мінімізуються пікові навантаження та простої;

забезпечується стабільність якості і керованість процесу;

зменшується частка повернень завдяки плануванню партій.

1.6 Характеристика каналів реалізації продукції

Збут хлібобулочних виробів для міста Тернопіль доцільно організовувати через поєднання каналів, що забезпечують як масовий обіг, так і збут спеціалізованих продуктів [60].

1) Роздрібна торгівля (магазини, супермаркети, міні-маркети) Основний канал для масових сортів, що потребує: щоденної ранкової доставки; контролю викладки та залишків; механізму повернень/обміну (з мінімізацією списань).

2) Фірмова торгівля / фірмові точки (за наявності інвестицій) Підвищує маржинальність та контроль над брендом. Може бути особливо ефективним для групи В та С.

3) HoReCa (кафе, ресторани, їдальні, кейтеринг) Перспективний канал для хлібців, спеціальних сортів, порційних виробів.

4) Бюджетні установи (заклади освіти, лікарні, ін.) За умови відповідності вимогам закупівель, це канал зі стабільними обсягами та прогнозованим попитом.

5) Опт/дистриб'ютори та приміська зона. Забезпечує розширення географії збуту за рахунок маршрутів у межах громади та прилеглих населених пунктів.

Ув'язка з періодичністю випікання “Хліба із споришем”: для групи С доцільно використовувати канали, де покупець готовий прийняти формат “заморожений/після розморожування”, або забезпечити поставку в торгові точки зі стабільним попитом (фірмова торгівля, окремі супермаркети, спеціалізовані магазини здорового харчування). Модель “тижнева партія + заморозка” дозволяє працювати без втрати якості та зменшити логістичні ризики.

Отже, розміщення хлібопекарського підприємства середньої потужності в м. Тернопіль є технічно та економічно доцільним з огляду на чисельність населення громади (228,6 тис. осіб на 01.01.2023) та розвинену інфраструктуру збуту. [57]. Орієнтовна місткість ринку, оцінена за нормативним підходом (101 кг/особу·рік), підтверджує наявність значного попиту на хлібобулочні вироби[59]. Конкурентне середовище в місті формують промислові виробники (“Тернопільхлібпром”, “Надзбруччя Хліб”) та мережеві/локальні пекарні, що потребує поєднання масового асортименту з диференціацією через продукти з доданою цінністю[5-7] Прийняті асортиментні та організаційні рішення узгоджені з технологічними рішеннями розділу 2, зокрема щодо періодичного випікання та шокового заморожування “Хліба із споришем”, що забезпечує зниження списань і стабільність якості.

3. Проектно -технологічні розрахунки

3.1 Продуктово — сировинні розрахунки

3.1.1 Обґрунтування способу виробництва «Хліб із споришем» та хлібця «Пікантний»

Вибір способу виробництва хлібобулочних виробів здійснюється з урахуванням виду борошна, типу виробу, рецептурних особливостей, вимог до органолептичних показників та устаткування, яке використовується на підприємстві. У цьому проекті передбачено виготовлення двох видів продукції: хліба «Хліб із споришем» (подовий, пшеничний) та хлібця «Пікантний» (формовий, пшеничний).

«Хліб із споришем» відноситься до групи подових сортів хліба, які характеризуються щільною структурою, кислуватим смаком і добре розвиненою скоринкою. Для отримання такої структури тісто має дозрівати достатній час, а випікання повинно здійснюватися без використання форм. Введення у рецептуру порошку із трави споришу підвищує харчову цінність хліба, оскільки містить природні антиоксиданти, органічні кислоти та мінерали, корисні для травної системи та загального обміну речовин. Завдяки наявності фітокомпонентів він може сприяти м'якій детоксикації організму та підтримці здоров'я сечовидільної системи, що традиційно пов'язують зі споришем. Для споживача це продукт із природною функціональною дією, який урізноманітнює раціон та доповнює його корисними рослинними речовинами. Випікання цього хліба передбачається на поду печі або на листах, із застосуванням парозволоження у початковій фазі для формування блискучої, еластичної скоринки. Використання подового способу дозволяє зберегти традиційну форму та зовнішній вигляд виробу, забезпечити рівномірне пропікання без викривлення форми.

Хлібець «Пікантний» — це пшеничний формовий хліб, масою 500 г, із додаванням із додаванням нетрадиційних компонентів — таких як сир, рослинна

олія, прянощі (наприклад, червоний перець). Такі покращення рецептури спрямовані не лише на підвищення смакових якостей, а й на підвищення харчової цінності виробу, збагачення його білками, мінералами та біологічно активними речовинами. Завдяки вдосконаленій рецептурі, хлібець має м'яку еластичну м'якушку, стійку до черствіння, і приємний пікантний смак. Це робить його привабливим як для споживачів із підвищеними вимогами до смаку та складу, так і для дитячого або дієтичного харчування. Такий хліб доцільно виготовляти опарним способом, що покращує органолептичні властивості, подовжує термін свіжості та знижує кислотність. Формовий спосіб випікання передбачає використання металевих форм які розміщуються на пекарських листах. Формовий хліб випікається у шафових або ротаційних печах, що забезпечують рівномірне пропікання та стабільну геометрію готових виробів. Перед випіканням тісто проходить остаточну розстойку у формах в умовах контрольованої температури та вологості.

Таким чином, для хліба «Хліб із споришем» обрано подовий спосіб виробництва, який відповідає технологічним вимогам до виробів цього типу. Для хлібця «Пікантний» застосовується опарний, формовий спосіб із випіканням у формах, що забезпечує потрібну консистенцію, смакові якості та зручність у транспортуванні та фасуванні.

3.1.2 Розрахунок продуктивності печей для випікання

Випікання є завершальним і одним з найважливіших етапів технологічного процесу хлібопекарського виробництва. Для забезпечення стабільної якості продукції, енергоефективності та високої продуктивності в умовах промислових хлібозаводів використовують спеціалізовані хлібопекарські печі різних типів. Їх вибір залежить від виду виробів, обсягу виробництва, способу випікання (формовий чи подовий), а також рівня автоматизації підприємства.

Розрахунок продуктивності печей для випікання хліба «Хліб із споришем»

При виборі хлібопекарських печей враховували потужність і структуру хлібопекарського підприємства та асортимент виробів, що випускається. Для випікання подового хліба вагою 0,7 кг на хлібозаводі рекомендується використовувати камерну або тунельну подову піч, призначену саме для випікання без використання форми. Випікання на кам'яному або керамічному поду, де максимальний прогрів іде знизу, забезпечує хорошу якість пропікання подового хлібу. Хліб «Хліб із споришем» є доповненням до основного асортименту і випускається в меншому об'ємі. Для цього хліба обрано піч WACHTEL INFRA 5-коміркова, котра має 5 незалежних камер і має пекарські листи у кожній камері. Модель INFRA CE (5 камер, подвійна ширина) дозволяє розміщувати до 4 листів 600×800 мм горизонтально в кожній камері

Завантаження + розвантаження: 6 хв.

Повний цикл на одну партію: 36 + 5 = 41 хв

Маса одного виробу: 0,7 кг, хліб круглої форми діаметром 20 см

Годинна продуктивність печі зі стаціонарним подом, $P_{год}$, кг/год.

$$P_{год} = \frac{N \cdot n_l \cdot n_b \cdot g_b \cdot 60}{\tau_{вип} + 5} \quad (1.1)$$

де N - кількість ярусів печі, шт;

n_l - кількість листів на поду яруса, шт.;

n_b - кількість виробів на листі, шт;

g_b - стандартна маса виробу, кг;

$\tau_{вип}$ - тривалість випікання, хв.; 5 – час, необхідний для завантаження і розвантаження печі, хв.

Кількість виробів на одному листі визначаємо за формулою:

$$n_{бш} = \frac{B-a}{d+a} \quad (1.2)$$

$$n_{вд} = \frac{L-a}{d+a} \quad (1.3)$$

де В, L – ширина і довжина листа, відповідно, мм;

d – діаметр виробу, мм;

a – відстань між виробами по ширині листа 20 мм, по довжині – 25 мм.

Кількість виробів по ширині листа за формулою 1.2

$$n_{вш} = \frac{600-20}{200+20} = 2,64 \text{ шт, приймаємо 2 хлібини}$$

кількість виробів по довжині листа за формулою 1.3

$$n_{вд} = \frac{800-25}{200+25} = 3,4 \text{ шт, приймаємо за 3 хлібини}$$

отже, на одному листі розмірами 600 на 800 мм розміщуємо 6 хлібин

Годинна продуктивність печі за формулою 1.1

$$P_{год} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 0,7 \cdot 60}{36+5} = 122,9 \text{ кг/год}$$

продуктивність печі за годину 122,9 кг

Хліб із додаванням споришу належить до продуктів періодичного споживання, тому його рекомендують уживати не частіше ніж один раз на тиждень. З огляду на це прийнято технологічне рішення випікати хліб раз на тиждень, в межах однієї восьмигодинної зміни, а готові вироби піддавати заморожуванню. Такий підхід дає змогу забезпечувати наявність продукції упродовж усього тижня невеликими партіями, зберігаючи її якість та раціонально використовуючи виробничі ресурси.

Продуктивність печі протягом виробничої зміни $122,9 \cdot 18 = 983,2 \text{ кг/зміна}$

Розрахунок продуктивності печі для хлібця «Пікантного»

Для випікання хлібця «Пікантного» обрано ротаційну піч. Хлібець «Пікантний» - формовий хліб вагою 0,5 кг, цікавий за рецептурою і розрахований на поціновувачів хліба із особливим смаком і підвищеною харчовою цінністю. Такий хліб випікається у меншій кількості, тому випікання у ротаційній печі задовольняє попит. Для випікання формового хліба у виробничому підрозділі використовується ротаційна піч моделі R6080D з підносами розміром 600×800

мм, забезпечує циркуляцію гарячого повітря на 360°, що сприяє рівномірному пропіканню виробів по всій робочій камері. Піч має вбудований парогенератор, для подачі пари в камеру випікання, що формує якісну скоринку та оптимальний об'єм хлібобулочних виробів. Управління печі здійснюється через електронну (цифрову) панель і дозволяє встановлювати точні режими температури та тривалості циклів. Конструктивно піч оснащена вентиляційним екстрактором та системою відведення диму для забезпечення стабільного розподілу тепла, контролювання мікроклімату в робочій камері та безпечну роботу обладнання. Завдяки своїй конструкції та функціональним можливостям печі R6080D є ефективною і технологічно придатною для випікання формового хліба у виробничих умовах. Хліб випікається у формах розміром 110 мм шириною та 210 мм в довжину.

Розрахунок продуктивності для ротаційної печі R6080D) на прикладі деко 600×800 мм

Тривалість випікання: 35–36 хв (повний цикл — випікання + завантаження/вивантаження)

Продуктивність одної печі за годину обчислюємо за формулою

$$P_{\text{год}} = \frac{N_{\text{лв}} \cdot N_{\text{д}}^{\text{л}} \cdot n_{\text{ш}}^{\text{л}} \cdot g_{\text{в}} \cdot 60}{\tau_{\text{вип}} + 5} \quad (1.4)$$

де $N_{\text{лв}}$ - кількість листів на візку шафової печі, шт;

$N_{\text{д}}^{\text{л}}$ - кількість виробів по довжині листа, шт;

$n_{\text{ш}}^{\text{л}}$ - кількість виробів по ширині листа, шт;

$g_{\text{в}}$ - стандартна маса виробу, кг;

$\tau_{\text{вип}}$ - тривалість випікання, хв;

5 – час, необхідний для завантаження візка у шафову піч і вивантаження його з печі, хв.

Кількість виробів по ширині листа розраховуємо за формулою 1.2

$$n_{\text{ш}}^{\text{л}} = \frac{600-20}{110+20} = 4,46 \text{ шт, приймаємо 4 хлібини}$$

Кількість виробів по довжині листа за формулою 1.3

$$N_{дл} = \frac{800-25}{210+25} = 3,2 \text{ шт, приймаємо } 3 \text{ хлібини}$$

продуктивність печі за годину за формулою 1.4

$$P_{год} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 60}{36+5} = 70,2 \text{ кг/год}$$

продуктивність печі за годину 70,2 кг

добова продуктивність $70,2 \cdot 16 = 1123,2 \text{ кг/доб}$

3.1.3 Розрахунок пофазних рецептур

Вихідні дані для розрахунку рецептур наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку рецептур хлібця «Пікантного» та хліба «Хліб із споришем»

Вихідні дані	Хлібець «Пікантний»	хліб «Хліб із споришем»
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	100	-
Борошно пшеничне першого сорту, кг	-	20,0
Борошно пшеничне другого сорту, кг	-	80,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	5,0	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	1,3	1,8
Цукор білий кристалічний, кг	2,0	-
Сир кисломолочний 9 %, кг	10,0	-
Олія соняшникова	2,5	1,0
Перець червоний мелений	1,0	-
Порошок трави споришу	-	1,0
разом	121,8	105,3
Вологість виробу, % не більше	43,0	44,0
Кислотність виробу, град, не більше	3,5	4,0
Пористість, % не менше	70,0	65,0
Маса виробу, кг	0,5	0,7
Плановий вихід, %	146,0	134,0
Спосіб приготування тіста	Велика густа опара	безопарний
Борошно в опарі, кг	70,0	-
Вологість опари, %	50,0	-
Вологість тіста, %	44,0	45,0

Початкова температура опари	27-28	-
Початкова температура тіста	28-29	29-30
Тривалість бродіння опари, хв	120-150	-
Тривалість бродіння тіста, хв	50-60	180-210
Кислотність опари, град	3,0-3,5	-
Кислотність тіста, град	3,5-4,0	4,5
Тривалість вистоювання, хв	40-50	40-60
Температура вистоювання, ° С	30-35	33-34
Відносна вологість у шафі вистоювання, %	70-75	75-85
Тривалість випікання, хв		
Температура пекарської камери		
Розмір виробу, мм	формовий	подовий

Розрахунок рецептури хліба «Хліб із споришем» (безопарний спосіб)

Вихідними даними для розрахунку рецептури за фазами технологічного процесу є уніфікована рецептура на 100 кг борошна. Табл. 3.2

Таблиця 3.2 Маса сухих речовин у тісті для хліба «Хліб із споришем»

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Вміст сухих речовин, кг
Борошно пшеничне першого сорту, кг	20	14,5	17,1
Борошно пшеничне другого сорту, кг	80	14,5	68,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,5	75	0,375
Сіль кухонна харчова, кг	1,8	-	1,8

Олія соняшникова рафінована	1,0	0,1	0,99
Порошок трави споришу	1,0	10	0,9
Разом	105,3		89,57

$W_T=45\%$ — вологість тіста

$I_{cp}=33\%$ — середня вологість втрат

$W_6=14,5\%$ — вологість борошна

$G_6=100$ кг — борошно

1. Розрахунок маси тіста (G_T)

Формула:

$$G_T = \frac{(100 \times \sum G_{сир})}{(100 - W_T)} \quad (1.5)$$

Пояснення змінних:

– G_T — маса тіста, кг

– $\sum G_{сир}$ — маса сировини, кг

– W_T вологість тіста, %

Підставимо значення:

$$G_T = \frac{(100 \cdot 89,57)}{(100 - 45)} = 162,85$$

$$G_T \approx 162,85 \text{ кг}$$

2. Розрахунок загальної кількості води (G_B)

Формула:

$$G_B = G_T - \sum G_{сир} \quad (1.6)$$

Пояснення змінних:

- G_B — маса води в тісті, кг
- G_T — маса тіста, кг
- $\sum G_{\text{сир}}$ — маса сировини, кг

Підставимо значення:

$$G_B = 162,85 - 105,3 = 57,55:$$

$$G_B \approx 57,55 \text{ кг}$$

3. Розрахунок маси розчину солі

Формула:

$$G_{\text{р.с.}} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (1.7)$$

Пояснення змінних:

- $G_{\text{р.с.}}$ — маса розчину солі, кг
- G_c — маса солі, кг
- C_c — концентрація солі (приймаємо 26%)

$$G_{\text{р.с.}} = \frac{1,8 \cdot 100}{26} = 6,92 \text{ кг:}$$

$$G_{\text{р.с.}} \approx 6,92 \text{ кг}$$

4. Маса води в розчині солі

Формула:

$$G_{\text{в.с.}} = G_{\text{р.с.}} - G_c \quad (1.8)$$

Пояснення змінних:

- $G_{\text{в.с.}}$ — вода в розчині солі, кг
- $G_{\text{р.с.}}$ — маса розчину солі, кг
- G_c — маса солі, кг

Підставимо значення:

$$G_{в.с.} = 6,92 - 1,8 = 5,12 \text{ кг}$$

$$G_{в.с.} = 5,12 \text{ кг}$$

5. Пресовані дріжджі вносять в тісто у вигляді дріжджової суспензії.

Співвідношення дріжджів і води 1:3

Маса дріжджової суспензії

Формула:

$$G_{др.с.} = G_{др} + G_{др} \times 3 \quad (1.9)$$

Пояснення змінних:

– $G_{др.с.}$ — маса суспензії, кг

– $G_{др}$ — маса дріжджів, кг

$$G_{др.с.} = 1,5 \times 4 = 6,0 \text{ кг}$$

$$G_{др.с.} = 6,0 \text{ кг}$$

6. Маса води в дріжджовій суспензії

Формула:

$$G_{в.др.с.} = G_{др.с.} - G_{др} \quad (1.10)$$

Пояснення змінних:

– $G_{в.др.с.}$ — вода в суспензії, кг

– $G_{др.с.}$ — маса суспензії, кг

– $G_{др}$ — маса дріжджів, кг

$$G_{в.др.с.} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг}$$

$$G_{в.др.с.} = 4,5 \text{ кг}$$

7. Вода, що додається окремо

$$G_{в.т} = G_{в} - G_{в.с.} - G_{в.др.с.} \quad (1.11)$$

Пояснення змінних:

- $G_{в.т}$ — вода, що додається окремо, кг
- $G_{в}$ — загальна вода, кг
- $G_{в.с.}$ — вода в розчині солі, кг
- $G_{в.др.с.}$ — вода в суспензії дріжджів, кг

Підставимо значення:

$$G_{в.т} = 57,55 - 5,12 - 4,5 = 47,93 \text{ кг}$$

$$G_{в.т} \approx 47,93 \text{ кг}$$

Розрахунок пофазної рецептури приготування тіста для хліба «Хліб із споришем»

Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Хліб із споришем» наведена у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Пофазна рецептура приготування тіста для хліба «Хліб із споришем»

Сировина	Маса, кг	Тісто, кг
Борошно пшеничне першого сорту, кг	20	20
Борошно пшеничне другого сорту, кг	80	80
Дріжджова суспензія, кг	6	6
Розчин солі, кг	6,92	6,92
Олія соняшникова рафінована	1	1
Вода	47,93	47,93

Порошок трави споришу	1	1
Разом	162,85	162,85

Розрахунок рецептури хлібця «Пікантний» (опарний спосіб)

Вихідними даними для розрахунку рецептури за фазами технологічного процесу є уніфікована рецептура на 100 кг борошна. Тісто готують двофазним способом на традиційній густій опарі. Маса борошна в опарі 70 %. Маса сухих речовин у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 Маса сухих речовин у тісті для хлібця «Пікантного»

Сировина	Маса,кг	Вологість%	Вміст сухих речовин,кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100	14.5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	5,0	75	1,25
Сіль кухонна харчова, кг	1,3	-	1,3
Цукор білий кристалічний,кг	2,0	0,15	2,0
Сир кисломолочний 9%, кг	10,0	68	3,2
Олія соняшникова	2,5	0.1	2,49
Перець червоний мелений	1,0	-	1,0
разом	121,8		96,74

Вихідні дані:

$W_T=45\%$ — вологість тіста

$I_{cp}=33\%$ — середня вологість втрат

$W_6=14,5\%$ — вологість борошна

$G_6=100$ кг — борошно

1. Розрахунок маси тіста (G_T)

Формула:

$$G_T = \frac{(100 \cdot \sum G_{\text{сир}})}{(100 - W_T)} \quad (1.12)$$

Пояснення змінних:

- G_T — маса тіста, кг
- $\sum G_{\text{сир}}$ — маса сировини, кг
- W_T вологість тіста, %

Підставимо значення:

$$G_m = \frac{96,74 \cdot 100}{100 - 44} = 172,75$$

маса тіста із 100 кг борошна — 172,75 кг

Розрахунок загальної кількості води в тісті G_B

Скільки всього води потрібно для замісу тіста.

$$G_B = G_m - \sum G_{\text{сир}} \quad (1.13)$$

G_B — вся вода в тісті, кг

G_m — маса тіста

$\sum G_{\text{сир}}$ — загальна маса сировини, кг

$$G_B = 172,75 - 121,8 = 50,95$$

води у тісті загалом 50,95 кг

Розрахунок маси розчину солі

$$G_{p.c.} = \frac{G_c \cdot 100}{C_c} \quad (1.14)$$

де C_c — концентрація солі в розчині (%), приймаємо 26%

$$G_{p.c.} = \frac{1.3 \cdot 100}{26} = 5 \text{ кг}$$

маса розчину солі 5 кг

Маса води в розчині солі

$$G_{в.с.} = G_{p.c.} - G_c = 5 - 1.3 = 3,7 \text{ кг}$$

Вода в соляному розчині 3,7 кг

Маса дріжджової суспензії

Співвідношення дріжджі : вода = 1:3

$$G_{др.с.} = G_{др} + G_{др} \cdot 3 = 5 + 15 = 20 \text{ кг} \quad (1.15)$$

маса дріжджової суспензії 20 кг

Вода в дріжджовій суспензії

$$G_{в.др.с.} = 20 - 5 = 15 \text{ кг}$$

вода в дріжджовій суспензії 15 кг

Вода, яку потрібно додати окремо

$$G_{в.т.} = G_{в.} - G_{в.с.} - G_{в.др.с.} \quad (1.16)$$

$$G_{в.т.} = 50,95 - 3,7 - 15 = 32,25 \text{ кг}$$

додаткова вода 32,25 кг

Розрахунок маси опари (G_o). Маса сухих речовин опари таблиця 3.5

Таблиця 3.5 Маса сухих речовин в опарі

Сировина	Маса ,кг	Вологість,%	Маса сухих речовин
Борошно пшеничне вищого сорту, кг	70,0	14,5	59,85
Дріжджі хлібопекарські пресовані,кг	5,0	75	1,25
Разом	75,0	-	61,1

Маса опари, яку потрібно приготувати на основі заданого способу (в нашому випадку — велика густа опара).

$$G_o = \frac{(G_6 + G_d) \cdot 100}{100 - W_o} \quad (1.17)$$

G_o — маса опари, кг

G_6, G_d маса сухих речовин борошна і дріжджів, що йде в опару, кг
(70% від загального борошна)

W_o — вологість опари, %

$$G_6 = 70\% = 59,85 \text{ кг}$$

Вологість опари (з таблиці) — $W_o = 50\%$

$$G_o = \frac{61,1 \cdot 100}{100 - 50} = 122 \text{ кг}$$

маса опари 122 кг

Масова частка води в опарі (G^o_B)

$$G^{\circ}_B = 122 - 75,0 = 47 \text{ кг}$$

маса води в опарі 47кг

маса води, що вноситься в опару, за винятком води дріжджової суспензії

$$G_{Bo} = 47 - 15 = 32$$

маса води, що вноситься в опару 32 кг

маса води яку ще потрібно внести в тісто

$$G_{BT} = 50,95 - 3,7 - 15 - 32 = 0,25 \text{ кг} \text{ — води, що вноситься в тісто}$$

0.25 кг — води, що вноситься в тісто

Розподіл сировини між опарою та тістом

В опару традиційно йдуть:

70 кг борошна

уся вода, яку потребує опара - 32кг

уся дріжджова суспензія (20 кг)

В тісто:

Решта борошна: $100 - 70 = 30 \text{ кг}$

Сіль (розчин) — 5 кг

Сир кисломолочний — 10 кг

Цукор — 2 кг

Олія — 2.5 кг

Перець — 1 кг

Вода — 0,25 кг

Зведені дані пофазної рецептури приготування тіста для хлібця «Пікантний» представлені у таблиці 3.6

Таблиця 3.6 Зведені дані пофазної рецептури приготування тіста для хлібця «Пікантний»

Сировина, напівфабрикати	Всього	Опара, кг	Тісто, кг
Борошно	100	70	30
Вода	32,25	32	0,25
Дріжджі (суспензія)	20	20 (5+15)	—
Розчин солі	5	—	5
Сир	10	—	10
Цукор	2	—	2
Олія	2,5	—	2.5
Перець	1	—	1
Разом		122	50,75
Усього тісто	172,75		172,75

3.1.4 Розрахунок передбачуваного виходу виробів

Передбачуваний вихід готової продукції розраховується для кожного найменування виробу з метою перевірки відповідності фактично отриманого виходу виробів плановому. Вихідними даними для розрахунку є вихід тіста, технологічні втрати та затрати за стадіями виготовлення виробу:

$$B_x = G_T - (B_6 + B_T + 3_{6p} + 3_{обp} + 3_{уп} + 3_{укл} + 3_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{6p}) \quad (1.18)$$

Розрахунок технологічних втрат для хліба «Хліб із споришем»

Середньозважена вологість сировини $W_{сир}$

$$W_{сир} = \frac{G_6 W_6 + G_{др} W_{др} + G_c W_c + G_o W_o}{G_6 + G_{др} + G_c + G_o + G_T} \quad (1.18)$$

де $W_6, W_{др}, W_c, W_o, W_T$, — вологість борошна, дріжджів, солі, олії соняшникової рафінованої, порошку споришу %

$$W_{сир} = \frac{20 \cdot 14,5 + 80 \cdot 14,5 + 1,5 \cdot 75 + 1,8 \cdot 0 + 1 \cdot 0,1 + 1 \cdot 0,1}{20 + 80 + 1,5 + 1,8 + 1 + 1} = 14,94 \%$$

середньозважена вологість сировини 14,94 %

Маса тіста (G_T) із 100 кг борошна

Формула: (1.11)

$$G_T = \frac{G_{сир}(100 - W_{сир})}{(100 - W_T)} \quad (1.19)$$

$$G_T = \frac{105,3(100 - 14,94)}{(100 - 45)} = 162,85$$

маса тіста із 100 кг борошна $G_T = 162,85$ кг

Втрати борошна до замішування (B_6), кг

$$B_6 = \frac{(100 - W_6) \times G_6 \times 0,03}{100 \times (100 - W_T)} \quad (1.20)$$

Пояснення змінних:

– W_6 — вологість борошна, %

– G_6 — маса борошна, кг

– W_T — вологість тіста, %

Підставимо значення:

$$B_6 = \frac{((100-14,5) \times 100 \times 0,03)}{100 \times (100 - 45)} = 0,047 \text{ кг}$$

$$B_6 \approx 0,047 \text{ кг}$$

Втрати при замішуванні тіста (B_T) кг

$$B_T = \frac{(100 - I_{cp}) \cdot g_T}{(100 - W_T)} \quad (1.21)$$

Пояснення змінних:

$I_{cp} = 32\%$ — середня вологість втрат

$$g_T = 0,03$$

$$W_T = 45\%$$

$$B_T = \frac{(100 - 32) \cdot 0,03}{(100 - 45)} \approx 0,037 \text{ кг}$$

$$B_T \approx 0,037 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні тіста ($З_{бр}$)

$$З_{бр} = \frac{(100 - W_{cp}) \cdot G_{сир.сух} \cdot 0,95 \cdot 2,5}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - W_T)} \quad (1.22)$$

де $0,95$ — коефіцієнт перерахування кількості спирту на еквівалентну кількість діоксиду вуглецю

$1,96$ — коефіцієнт перерахунку кількості спирту на цукор, витрачений на шумування при утворенні даної кількості спирту

Пояснення змінних:

$G_{\text{сир.сух}} = 89,57 \text{ кг}$ — сума сухих речовин

$W_T = 45\%$

$W_{\text{сир}} = 14,94$ — середньозважена вологість сировини

$$Z_{\text{бр}} = \frac{(100 - 14,98) \cdot 89,57 \cdot 0,95 \cdot 2,5}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 45)} = 1,68 \text{ кг}$$

$$Z_{\text{бр}} = 1,68 \text{ кг}$$

Втрати при обробленні тіста ($Z_{\text{обр}}$) кг

$$Z_{\text{обр}} = \frac{(W_T - W_6) \cdot q_6}{(100 - W_T)} \quad (1.23)$$

Пояснення змінних:

– W_T — вологість тіста, %

– W_6 — вологість борошна, %

– q_6 — коефіцієнт втрат на обробку

$$Z_{\text{обр}} = \frac{(45 - 14,5) \cdot 0,8}{55} \approx 0,444 \text{ кг}$$

$$Z_{\text{обр}} = 0,444 \text{ кг}$$

Затрати від упікання ($Z_{\text{уп}}$) кг

$$Z_{\text{уп}} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{\text{бр}} - Z_{\text{обр}}) \cdot 10}{100} \quad (1.24)$$

Пояснення змінних:

$K_{\text{вип}}$ — коефіцієнт втрат випікання (10)

$$З_{уп} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444) \cdot 10}{100} \approx 16,065$$

З_{уп} = 16,065 кг

Затрати при укладанні гарячого хліба (З_{укл})

$$З_{укл} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{6p} - Z_{обp} - Z_{уп}) \cdot 0,8}{100} \quad (1.25)$$

$$З_{укл} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,065) \cdot 0,8}{100} \approx 1,157 \text{ кг}$$

З_{укл} = 1,157 кг

Втрати при усиханні (В_{ус})

$$В_{ус} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{6p} - Z_{обp} - Z_{уп} - Z_{укл}) \cdot 4,0}{100} \quad (1.26)$$

$$В_{ус} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,07 - 1,157) \cdot 4,0}{100} \approx 5,74 \text{ кг}$$

В_{ус} ≈ 5,74 кг

Втрати з крихтами (В_{кр})

$$В_{кр} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{6p} - Z_{обp} - Z_{уп} - Z_{укл} - В_{ус}) \cdot 0,02}{100} \quad (1.27)$$

$$В_{кр} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,07 - 1,157 - 5,74) \cdot 0,02}{100} \approx 0,03 \text{ кг}$$

$$\mathbf{B_{кр}=0,03кг}$$

Втрати від штучної похибки маси ($B_{шт}$)

$$B_{шт} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - 3_{6p} - 3_{обp} - 3_{уп} - 3_{укл} - B_{yc} - B_{кр}) \cdot 0,5}{100} \quad (1.28)$$

$$B_{шт} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,07 - 1,157 - 5,74 - 0,03) \cdot 0,5}{100} \approx 0,68 \text{ кг}$$

$$\mathbf{B_{шт}=0,68 \text{ кг}}$$

Втрати браку (B_{6p})

$$B_{6p} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - 3_{6p} - 3_{обp} - 3_{уп} - 3_{укл} - B_{yc} - B_{кр} - B_{шт}) \cdot 0,02}{100} \quad (1.29)$$

$$B_{6p} = \frac{(162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,07 - 1,157 - 5,74 - 0,03 - 0,68) \cdot 0,02}{100} \approx 0,027 \text{ кг}$$

$$\mathbf{B_{6p}=0,027}$$

Підставляємо у формулу (8):

$$\begin{aligned} \text{Вих} &= 162,85 - 0,047 - 0,037 - 1,68 - 0,444 - 16,07 - 1,157 - 5,74 - \\ &0,03 - 0,68 - 0,027 = 136,94 \end{aligned}$$

$$\text{Вих} = 136,94$$

Розрахунковий вихід у %:

$$\text{Вих}\% = \frac{136,94}{100} \cdot 100 = 136,94\%$$

136,94%(в перерахунку до маси борошна)

плановий вихід вказано як 134 %

Розрахунок виходу готових виробів (Вх) для хлібця «Пікантного»

Передбачуваний вихід готової продукції розраховується для кожного найменування виробу з метою перевірки відповідності фактично отриманого виходу виробів плановому. Вихідними даними для розрахунку є вихід тіста, технологічні втрати та затрати за стадіями виготовлення виробу:

Реальний вихід продукції (у % до маси борошна), з урахуванням втрат на всіх стадіях.

$$V_x = G_T - (B_6 + B_T + Z_{6p} + Z_{обp} + Z_{уп} + Z_{укл} + Z_{ус} + B_{кр} + B_{шт} + B_{6p})$$

(1.30)

Вихідні значення для «Хлібця Пікантного» (на основі 100 кг борошна)

Маса тіста, яку отримаємо з 100 кг борошна з урахуванням вологості тіста та сировини згідно формули 1.5

$$G_m = \frac{96,74 \cdot 100}{100 - 44} = 172,75$$

маса тіста із 100 кг борошна 172,75 кг

Середньозважена вологість сировини $W_{\text{сир}}$

$$W_{\text{сир}} = \frac{G_6 W_6 + G_{\text{др}} W_{\text{др}} + G_c W_c + G_o W_o + G_c W_c}{G_6 + G_{\text{др}} + G_c + G_o + G_{\text{ц}} + G_{\text{п}}} \quad (1.31)$$

де $W_6, W_{\text{др}}, W_c, W_o, W_c$ — вологість борошна, дріжджів, солі, олії соняшникової рафінованої, сиру, %

$$W_{\text{сир}} = \frac{100 \times 14,5 + 5,0 \times 75 + 1,3 \times 0 + 2,5 \times 0,1 + 2 \times 0 + 10,0 \times 68}{100 + 5 + 1,3 + 1 + 2 + 10 + 2,5} = 20,689\%$$

$$W_{\text{сир}} = 20,689\%$$

Тепер по черзі рахуємо кожен вид втрат:

Втрати борошна до замішування (B_6), кг

$$B_6 = \frac{(100 - W_6) \times G_6 \times 0,03}{100 \times (100 - W_T)} \quad (1.32)$$

Пояснення змінних:

- W_6 — вологість борошна, %
- G_6 — маса борошна, кг
- W_T — вологість тіста, %

Підставимо значення:

$$B_6 = ((100 - 14,5) \times 100 \times 0,03) / (100 \times (100 - 44)) = 0,046 \text{ кг}$$

$$B_6 \approx 0,046 \text{ кг}$$

Втрати при замішуванні тіста (B_T), кг

$$B_T = \frac{(100 - I_{\text{ср}}) \cdot g_T}{(100 - W_T)} \quad (1.33)$$

Пояснення змінних:

$I_{\text{ср}} = 32\%$ — середня вологість втрат

$g_{\text{т}} = 0,03$

$W_{\text{т}} = 44\%$

$$B_{\text{т}} = \frac{(100-32) \cdot 0,03}{(100-45)} \approx 0,037 \text{ г}$$

$$B_{\text{т}} \approx 0,037 \text{ кг}$$

Затрати при бродінні тіста ($З_{\text{бр}}$)

$$З_{\text{бр}} = \frac{(100-W_{\text{ср}}) \cdot 0,95 \cdot 2,5 (G_{\text{сир}} - g_{\text{обр}})}{1,96 \cdot 100 \cdot (100-W_{\text{т}})} \quad (1.34)$$

Пояснення змінних:

$W_{\text{т}} = 44\%$

$W_{\text{сир}} = 20,689$ — середньозважена вологість сировини

$$З_{\text{бр}} = \frac{79,311 \cdot (121,8 - 0,8) \cdot 0,95 \cdot 2,5}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 44)} \approx 2,08 \text{ кг}$$

$$З_{\text{бр}} = 2,08 \text{ кг}$$

Втрати при обробленні тіста ($З_{\text{обр}}$) кг

$$З_{\text{обр}} = \frac{(W_{\text{т}} - W_{\text{б}}) \cdot g_{\text{б}}}{(100 - W_{\text{т}})} \quad (1.35)$$

Пояснення змінних:

— $W_{\text{т}}$ — вологість тіста, %

– W_6 — вологість борошна, %

– q_6 — коефіцієнт втрат на обробку

$$Z_{\text{обр}} = \frac{(44 - 14,5) \cdot 0,8}{56} \approx 0,564 \text{ кг}$$

$$Z_{\text{обр}} = \mathbf{0,564 \text{ кг}}$$

Затрати від упікання ($Z_{\text{уп}}$) кг

$$Z_{\text{уп}} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{\text{бр}} - Z_{\text{обр}}) \cdot 9,5}{100} \quad (1.36)$$

Пояснення змінних:

$K_{\text{вип}}$ — коефіцієнт втрат випікання (9,5%)

$$Z_{\text{уп}} = \frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564) \cdot 9,5}{100} \approx \mathbf{16,15 \text{ кг}}$$

$$Z_{\text{уп}} = \mathbf{16,15 \text{ кг}}$$

Затрати при укладанні гарячого хліба ($Z_{\text{укл}}$)

$$Z_{\text{укл}} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{\text{бр}} - Z_{\text{обр}} - Z_{\text{уп}}) \cdot 0,8}{100} \quad (1.37)$$

$$Z_{\text{укл}} = \frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15) \cdot 0,8}{100} \approx \mathbf{1,22 \text{ кг}}$$

$$Z_{\text{укл}} = \mathbf{1,22 \text{ кг}}$$

Втрати при усиханні ($B_{\text{ус}}$)

$$B_{\text{ус}} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - Z_{\text{бр}} - Z_{\text{обр}} - Z_{\text{уп}} - Z_{\text{укл}}) \cdot 2,5}{100} \quad (1.38)$$

$$B_{yc} = \frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15 - 1,22) \cdot 2,5}{100} \approx \mathbf{3,82 \text{ кг}}$$

$$\mathbf{B_{yc} \approx 3,82 \text{ кг}}$$

Втрати з крихтами ($B_{кр}$)

$$B_{кр} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - 3_{6p} - 3_{обp} - 3_{уп} - 3_{укл} - B_{yc}) \cdot 0,02}{100} \quad (1.39)$$

$$B_{кр} = \frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15 - 1,22 - 3,82) \cdot 0,02}{100} \approx$$

$$\mathbf{0,03 \text{ кг}}$$

$$\mathbf{B_{кр}=0,03 \text{ кг}}$$

Втрати від штучної похибки маси ($B_{шт}$)

$$B_{шт} = \frac{(G_T - B_6 - B_T - 3_{6p} - 3_{обp} - 3_{уп} - 3_{укл} - B_{yc} - B_{кр}) \cdot 0,5}{100} \quad (1.40)$$

$$B_{шт} =$$

$$\frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15 - 1,22 - 3,82 - 0,03) \cdot 0,5}{100} \approx \mathbf{0,74 \text{ кг}}$$

$$\mathbf{B_{шт}=0,74 \text{ кг}}$$

Втрати браку ($B_{бр}$)

$$B_{бр} = \frac{(G_T - B_б - B_T - 3_{бр} - 3_{обр} - 3_{уп} - 3_{укл} - B_{ус} - B_{кр} - B_{шт}) \cdot 0,02}{100}$$

(1.41)

$$B_{бр} =$$

$$\frac{(172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15 - 1,22 - 3,82 - 0,03 - 0,74) \cdot 0,02}{100} \approx$$

$$0,03\Gamma$$

$$B_{бр}=0,03$$

Підставляємо у формулу (8):

$$\begin{aligned} \text{Вих} &= 172,75 - 0,046 - 0,037 - 2,08 - 0,564 - 16,15 - 1,22 - 3,82 - \\ &0,03 - 0,74 - 0,03 = 148,01 \end{aligned}$$

Розрахунковий вихід у %:

$$\text{Вих}\% = \frac{147,01}{100} \cdot 100 = 148,01\%$$

плановий вихід вказано як 146%

3.1.5 Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів для хліба «Хліб із споришем»

Тістомісильна машина повинна забезпечити тістом хлібопекарську піч, тому її продуктивність повинна відповідати продуктивності печі

При періодичному приготуванні тіста у діжах знаходимо кількість борошна в одній діжі відповідно до норм завантаження борошна в бродильну ємність.

Для борошна пшеничного першого сорту це 35 кг, для другого сорту — 37,5 кг на 100 л об'єму діжі. У рецепті використовують 80% борошна 2 сорту і 20% борошна 1 сорту. Відповідно закладаємо

$$G_{62\text{сорт.}} = \frac{G_6 \cdot 80}{100} = 37,5 \cdot \frac{80}{100} = 30,0 \text{ кг}$$

$$G_{61\text{сорт.}} = \frac{G_6 \cdot 20}{100} = 35 \cdot \frac{20}{100} = 7 \text{ кг}$$

на 100л діжі закладаємо 37кг суміші борошна

маса борошна на діжу об'ємом 330 л

$$G_6 = g_6 \cdot \frac{V}{100} \quad (1.42)$$

G_6 - маса борошна на один заміс діжі

g_6 — маса борошна на 100 л діжі

V_d — об'єм діжі

$$G_6 = 37 \cdot \frac{330}{100} = 122,1 \text{ кг}$$

122,1 кг максимальна кількість борошна на один заміс у діжі

Виробнича рецептура приготування тіста наведена у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 Виробнича рецептура приготування тіста

Сировина та напівфабрикати		Тісто на один заміс ,кг
Борошно пшеничне першого сорту,кг	20%	24,42
Борошно пшеничне другого сорту,кг	80%	97,68
Дріжджова суспензія		7,39

Розчин солі	8,53
Олія соняшникова рафінована	1,23
Вода	58,28
Разом	197,48

При розрахунку ритму діж кількість борошна для замішування на 100л діжі — 13,3 кг борошна. Перерахуємо виробничу рецептуру для одного завантаження діжі з урахуванням ритму замісу.

$$G_6 = 13,3 \cdot \frac{330}{100} = 43,89 \text{ кг}$$

43,89 кг борошна на один заміс у діжі

Виробнича рецептура приготування тіста на хліб «Хліб із споришем» наведена у таблиці 3.8

Таблиця 3.8 Виробнича рецептура приготування тіста на хліб «Хліб із споришем»

Сировина та напівфабрикати	Тісто на один заміс ,кг
Борошно пшеничне першого сорту, кг	8,78
Борошно пшеничне другого сорту, кг	35,11
Дріжджова суспензія	2,60
Розчин солі	3,0
Олія соняшникова рафінована	0,43
Вода	20,57
Порошок трави споришу	0,44
Разом	70,49

Температура води:

$$t_B = t_T + \frac{G_6 C_6 (t_T - t_6)}{(G_B C_B)} + K \quad (1.43)$$

де t_T і t_6 — відповідно температура тіста і борошна, 30°C; 20°C

C_6 , C_B — теплоємність борошна, води, кДж/кг

K поправка, котра залежить від пори року

$$t_B = 30 + \frac{100 \cdot 1,8 \cdot (30 - 20)}{(22,73 \cdot 4,2)} + 1 = 50^\circ \text{C}$$

Розраховуємо величину маси шматків тіста:

$$n_{\text{шм}} = \frac{G_{\text{хл}} 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{уп}})(100 - G_{\text{ус}})} \quad (1.44)$$

де $G_{\text{хл}}$ — маса готового виробу, кг

$G_{\text{уп}}$ — упікання %

$G_{\text{ус}}$ — усихання %

$$n_{\text{шм}} = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12)(100 - 4)} = 0,83 \text{ кг}$$

0,83 кг — вага шматка тіста для хліба «Хліб із споришем»

Розрахунок виробничої рецептури для хлібця «Пікантного»

маса пшеничного борошна вищого сорту завантаженого на 100 дм³
геометричного об'єму діжі - 30 кг, геометричний об'єм діжі 330 дм³

$$G_{\text{бв сорт.}} = 30 \cdot \frac{330}{100} = 99 \text{ кг}$$

$$K_{\text{діж}} = \frac{99}{100} = 0,9$$

Виробнича рецептура приготування тіста для хлібця «Пікантного» у таблиці 3.9

Таблиця 3.9 Виробнича рецептура приготування тіста для хлібця «Пікантного»

Сировина і напівфабрикати	Фази технологічного процесу	
	Опара	Тісто
	на один заміс кг	
Борошно пшеничне вищий сорт, кг	69,3	29,7
Дріжджова суспензія	19,80	-
Розчин солі	-	4,95
Вода	31,68	-
Цукор білий кристалічний, кг	-	1,98
Сир кисломолочний 9%, кг	-	9,9

Олія соняшникова	-	2,47
Перець червоний мелений	-	0,9
Опара	-	120,78
Разом	120,78	170,68

$$C_{\text{нф}} = \frac{47 + (100 - 47) \cdot 1,8}{100} = 1,424 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$$

Температура води для замішування тіста з використанням опари:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{т}} + \frac{G_{\text{б}} C_{\text{б}} (t_{\text{т}} - t_{\text{б}})}{(G_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}})} + \frac{G_{\text{нф}} C_{\text{нф}} (t_{\text{т}} - t_{\text{нф}})}{(G_{\text{нфв}} \cdot C_{\text{в}})} + \text{п} \quad (1.45)$$

де $t_{\text{т}}$, $t_{\text{нф}}$ і $t_{\text{б}}$ — відповідно температура тіста, опари і борошна, 30°C; 20°C

$C_{\text{б}}$, $C_{\text{в}}$ — теплоємність борошна, води, кДж/кг

п - поправка, котра залежить від пори року

$$t_{\text{в}} = 30 + \frac{100 \cdot 1,8 \cdot (30 - 20)}{(22,73 \cdot 4,2)} + 1 = 50^\circ \text{C}$$

Розраховуємо величину маси шматків тіста:

$$n_{\text{шм}} = \frac{G_{\text{хл}} 100 \cdot 100}{(100 - G_{\text{уп}})(100 - G_{\text{ус}})}$$

де $G_{\text{хл}}$ — маса готового виробу, кг

$G_{\text{уп}}$ — упікання%

$G_{\text{ус}}$ — усихання %

$$n_{\text{шм}} = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 10)(100 - 2,5)} = 0,57 \text{ кг}$$

маса шматка тіста для хлібця «Пікантного» - 0,57 кг

3.1.6 Розрахунок витрат сировини

Для розрахунку площ складських приміщень необхідно знати добові витрати кожного виду сировини та їхній запас, враховуючи нормативний термін зберігання.

Витрати борошна за годину.

Добові витрати сировини для хліба «Хліб із споришем».

Спочатку розраховуємо загальну кількість борошна для тіста.

Продуктивність печі 122,9 кг хліба на годину. Плановий вихід хліба — 134% (це маса готових виробів, виражена у відсотках до маси витраченого борошна).

Визначимо норму витрати борошна за годину для завантаження печі:

$$G_{\text{бгод.}} = \frac{P_{\text{печі}} \cdot 100}{C_{\text{б100}}} \quad (1.46)$$

$G_{\text{бгод}}$ — витрата борошна на годину для приготування хліба

$G_{\text{печі}}$ — продуктивність печі за годину

$C_{\text{б100}}$ — вихід хліба із 100 кг борошна

$$G_{\text{бгод.}} = \frac{122,9 \cdot 100}{134} = 91,72 \text{ кг/год}$$

91,71 кг борошна на годину для завантаження печі

Ми прийняли, що хліб випікається на протязі однієї 8-годинної зміни і складає :

$$G_{\text{б доб}} = G_{\text{б год}} \cdot 8$$

$$G_{\text{б доб}} = 91,72 \cdot 8 = 733,76 \text{ кг/зміна}$$

із них 587 кг — борошно другого сорту

146,76 кг - борошно першого сорту

Добові витрати солі (за зміну) :

$$q_{\text{с}} = \frac{733,76 \cdot 1,8}{100} = 13,20 \text{ кг}$$

Добові витрати дріжджів (за зміну) :

$$q_{\text{др}} = \frac{733,76 \cdot 1,5}{100} = 11 \text{ кг}$$

Добові витрати олії соняшникової рафінованої (за зміну) :

$$q_{\text{о}} = \frac{733,76 \cdot 1,0}{100} = 7,34 \text{ кг}$$

Добові витрати порошку трави споришу (за зміну) :

$$q_{\text{т}} = \frac{733,76 \cdot 1,0}{100} = 7,34 \text{ кг}$$

добові витрати сировини для хлібця «Пікантного»

Спочатку розраховуємо загальну кількість борошна для тіста.

Продуктивність печі 70,2 кг хліба на годину. Плановий вихід хліба — 146% (це маса готових виробів, виражена у відсотках до маси витраченого борошна).

Визначимо норму витрати борошна за годину для завантаження печі:

$$G_{\text{бгод.}} = \frac{G_{\text{печі}} \cdot 100}{C_{\text{б100}}} \quad (1.47)$$

$G_{\text{бгод}}$ — витрата борошна на годину для приготування хліба

$G_{\text{печі}}$ — продуктивність печі за годину

$C_{\text{б100}}$ — вихід хліба із 100 кг борошна

$$G_{\text{бгод.}} = \frac{70,2 \cdot 100}{146} = 48,08 \text{ кг/год}$$

48,08 кг/год для завантаження печі для хлібця «Пікантного»

добові витрати борошна вищого сорту, кг/доб , складає :

$$G_{\text{б доб}} = G_{\text{б год}} \cdot 16$$

$$G_{\text{б доб}} = 48,08 \cdot 16 = 769,28 \text{ кг/доб}$$

Добові витрати солі :

$$q_{\text{с}} = \frac{769,28 \cdot 1,3}{100} = 10,0 \text{ кг}$$

Добові витрати дріжджів:

$$q_{\text{др}} = \frac{769,28 \cdot 5}{100} = 38,46 \text{ кг}$$

Добові витрати олії соняшникової рафінованої:

$$q_o = \frac{769,28 \cdot 2,5}{100} = 19,23 \text{ кг}$$

Добові витрати цукру білого кристалічного :

$$q_{\text{ц}} = \frac{769,28 \cdot 2}{100} = 15,39 \text{ кг}$$

Добові витрати сиру кисломолочного 9%:

$$q_{\text{с}} = \frac{769,28 \cdot 10}{100} = 76,92 \text{ кг}$$

Добові витрати перцю червоного меленого:

$$q_o = \frac{769,28 \cdot 1}{100} = 7,69 \text{ кг}$$

3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Баки для зберігання сировини в рідкому стані

Для рівномірного розподілу солі у тісті її дають у вигляді 26% розчину у воді. Сольовий розчин очищають від сторонніх домішок, для цього фільтрують і відстоюють.

Об'єм ємкостей для зберігання сольового розчину протягом двох днів.

$$V = \frac{G_{\text{доб}} \cdot \tau \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho} \quad (1.48)$$

$G_{\text{доб}}$ - витрати солі за добу

K - коефіцієнт збільшення об'єму ємкості ($K=1,2$)

c – концентрація розчину солі (26 %)

ρ — густина розчину солі 1,2

τ - норма запасу сировини, діб

$$V = \frac{0,01 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 1,2}{26 \cdot 1,2} = 0,05 \text{ м}^3$$

Для кожного виду сировини підбирають типові стандартні ємкості. Їх кількість визначають за формулою

$$N_{\text{міст}} = \frac{V}{V_{\text{міст}}} \quad (1.49)$$

де V - потрібний об'єм місткості для зберігання рідкої сировини

$V_{\text{міст}}$ — об'єм стандартної місткості, м^3

Просіювання борошна. Необхідна щогодинна тривалість роботи просіювача визначається за формулою:

$$\tau = \frac{60 \cdot G_6}{P} \quad (1.50)$$

Розрахуємо для борошна другого сорту, яке у нашому випадку використовується для випікання хліба «Хліб із споришем». Використовуємо установку ПБ-1 вібраційну, з двома ситами; має магнітну решітку, продуктивність 1000 г/год.

$$\tau = \frac{60 \cdot 0,074}{1} = 4,5 \text{ хв}$$

Для забезпечення безперебійної роботи технологічної лінії необхідно мати на виробництві не менш ніж двогодинний запас борошна. Для цього визначаємо об'єм ємності для тимчасового зберігання

$$V = \frac{G_6 \cdot \tau}{\rho} \quad (1.51)$$

де : $G_{6\text{год}}$ - витрати борошна за годину, т/год

τ - запас борошна в ємності за годину

ρ_6 — об'ємна маса пшеничного борошна другого сорту (0,490 т/м³)

$$V = 0,074 \cdot \frac{2}{0,490} = 0,30 \text{ м}^3$$

Розрахунок обладнання для замішування і бродіння напівфабрикатів у діжах

Розрахунки необхідні для визначення кількості тістомісильних машин і об'ємів для дозрівання тіста.

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії:

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}} \quad (1.52)$$

де $g_{\text{нф}}$ — маса напівфабрикату, що замішується в діжі, кг (опари, тіста згідно виробничої рецептури)

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування опари, хв, тіста, хв

$\tau_{\text{доп}}$ - тривалість допоміжних операцій - 5 хв

Для визначення кількості діж і ритм замішування напівфабрикатів розраховуємо максимальну масу борошна, що може бути завантажена в діжу :

$$G_{\text{бдіж}} = \frac{V_{\text{д}} \cdot q}{100} \quad (1.53)$$

де $V_{\text{д}}$ — об'єм діжі, дм³

q – норма завантаження пшеничного борошна на 100 дм³ об'єму діжі, кг

Обладнання для приготування тіста безопарним способом у діжах для хліба «Хліб із споришем»

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії:

$$P = \frac{60 \cdot g_{\text{нф}}}{\tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{доп}}} \quad (1.54)$$

де $g_{\text{нф}}$ — маса напівфабрикату, замішуваного в діжі, кг (197,48 кг)

$\tau_{\text{зам}}$ - тривалість замішування тіста, хв, 11 хв

$\tau_{\text{доп}}$ - тривалість допоміжних операцій - 5 хв

$$P = \frac{60 \cdot 197,48}{11 + 5} = 740,55 \text{ кг/год}$$

визначаємо кількість діж і ритм замішування тіста $G_{\text{д}}^{\text{д}}$, кг

$$G_{\text{бдіж}} = 330 \cdot \frac{13,3}{100} = 43,89 \text{ кг}$$

Кількість діж $D_{\text{год}}$ шт, для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$D_{\text{год}} = \frac{C_{\text{бгод}}}{C_{\text{бдіж}}} \quad (1.55)$$

годинні витрати борошна для забезпечення годинної продуктивності печі
91,72 кг/год

$$D_{\text{год}} = \frac{91,72}{43,89} = 2,09$$

Ритм замішування

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}}$$

$$r = \frac{60}{2,09} = 28,7 \text{ хв}$$

Максимально допустимий ритм приготування тіста 30 хв. Розрахунковий не перевищує максимально допустимий. Для приготування тіста потрібно 2,09 діжі на годину.

Зайнятість діж на замішування і бродіння тіста

$$\tau_{\text{д}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{бр}} + \tau_{\text{дод}} \quad (1.55)$$

де $\tau_{\text{зам}}$ — тривалість замішування, автолізу і вимішування 51 хв;

$\tau_{\text{бр}}$ - тривалість бродіння - 60 хв

$\tau_{\text{дод}}$ - тривалість додаткових операцій (завантаження, вивантаження), хв

$$\tau_{\text{д}} = 51 + 60 + 5 = 116 \text{ хв} - \text{для тіста}$$

кількість діж необхідних для замішування та бродіння тіста $D_{\text{т}}$ шт

$$D_T = \frac{116}{28,7} = 4,04 \text{ шт, приймаємо 5 діж}$$

Зайнятість тістомісильних машин для приготування напівфабрикатів

$$\tau_{\text{т.м}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{об}} + \tau_{\text{зач}} \quad (1.56)$$

$$\tau_d = 5 + 11 + 4 + 3 = 23 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_M = \frac{(\tau)_{\text{т.м}}}{r} \quad (1.57)$$

Для тіста:

$$N_M = \frac{23}{28,7} = 0,80 \text{ шт приймаємо 1 машину}$$

Приймаємо 1 тістомісильну машину

Розрахунок обладнання для замішування і бродіння напівфабрикатів у діжах для хлібця «Пікантного».

Продуктивність тістомісильної машини

маса напівфабрикатів, що замішуються у діжі, кг : опари 120,78 кг; тіста 170,68 кг. Тривалість замішування опари - 4 хв, тіста - 11 хв, тривалість допоміжних операцій - 5 хв.

$$P_o = \frac{60 \cdot 120,78}{4 + 5} = 805,2 \text{ кг/год}$$

$$P_T = \frac{60 \cdot 170,68}{11 + 5} = 640,05 \text{ кг/год}$$

Для визначення кількості діж і ритму замішування напівфабрикатів розраховуємо максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу:

$$G_{\text{бдіж}} = \frac{V_d \cdot q}{100} \quad (1.58)$$

де V_d — об'єм діжі, дм^3

q — норма завантаження пшеничного борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг.

Для борошна вищого сорту: для опари - 23 кг, для тіста - 30 кг. Для дотримання ритму діжі норма закладки борошна для тіста у діжу становить 7 кг

$$G_{\text{бдіж}} = 330 \cdot \frac{9}{100} = 29,7 \text{ кг для опари}$$

$$G_{\text{бдіж}} = \frac{330 \cdot 7}{100} = 23,1 \text{ кг для тіста}$$

Кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$D_{\text{год}} = \frac{C_{\text{бгод}}}{C_{\text{бдіж}}} \quad (1.59)$$

Годинні витрати борошна розраховано в попередніх розділах

$$G_{\text{б.год}} = 48,08 \text{ кг/год; для опари — 70\% (33,66)}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{33,66}{29,7} = 1,13 \text{ шт приймаємо 1 діжу для опари}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{48,08}{23,1} = 2,08 \text{ шт приймаємо 2 діжі для тіста}$$

Ритм замішування:

$$r = \frac{60}{1,13} = 52,95 \text{ хв для опари, ритм не перевищує допустимий -до 60}$$

хв

$$r = \frac{60}{2,08} = 28,8 \text{ хв для тіста, ритм не перевищує допустимий -до 30 хв}$$

отже для приготування тіста потрібно 2,11 діжі на годину.

Зайнятість діж на замішування і бродіння опари, тіста $T_{\text{д}}$ хв

$$T_{\text{д}} = T_{\text{зам}} + T_{\text{бр}} + T_{\text{дод}} \quad (1.60)$$

Тривалість бродіння тіста — 60 хв, опари- 140 хв, тривалість додаткових операцій- 7хв

$$T_{\text{д}}^{\text{оп}} = 4 + 140 + 7 = 151 \text{ хв для опари}$$

$$T_{\text{д}}^{\text{т}} = 11 + 60 + 7 = 78 \text{ хв для тіста}$$

Кількість діж , необхідних для замішування та бродіння опари $D_{\text{о}}$ і тіста $D_{\text{т}}$, шт:

Для опари:

$$D_{\text{оп}} = \frac{151}{52,95} = 2,8 \text{ шт, приймаємо 3 діжі}$$

$$D_{\text{т}} = \frac{78}{28,8} = 2,7 \text{ шт, приймаємо 3 діжі}$$

Загальна кількість діж -6 шт

Зайнятість тістомісильної машини для приготування напівфабрикатів:

$$T_{\text{т.м.}} = T_{\text{зам}} + T_{\text{об}} + T_{\text{зач}} \quad (1.61)$$

$$T^{\circ}_{\text{т.м.}} = 4 + 3 + 2 = 9 \text{ хв}$$

$$T^{\text{т}}_{\text{т.м.}} = 11 + 4 + 3 = 18 \text{ хв}$$

Кількість тістомісильних машин

$$N_{\text{м}} = \frac{(\tau)_{\text{т.м.}}}{r} \quad (1.62)$$

Для опари

$$N_{\text{м}} = \frac{9}{52,95} = 0,2 \text{ шт приймаємо 1 машину}$$

$$N_{\text{м}} = \frac{18}{28,8} = 0,63 \text{ шт приймаємо за 1 машину}$$

Потрібно 2 тістомісильні машини. Вибрано тістомісильна машина ХТМ-330 дежоповоротна, періодичної дії. Працює з діжею знімного типу, яку можна викотити після замісу опарного та безопарного тіста для подальшого транспортування.

Технологія «Хліба із споришем» передбачає довгу холодну ферментацію. Для реалізації холодної ферментації дріжджового тіста обґрунтовано застосування трьох нержавіючих ємностей-ванн об'ємом по 400 л кожна, типу stainless steel trough trolley, виробництва MOHN GmbH (Німеччина), модельного ряду Stainless Steel Container / Trough Trolley 400 L [46]. Ємності виготовлені з харчової нержавіючої сталі AISI 304, що забезпечує корозійну стійкість, відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та можливість тривалого контакту з тістовими масами. Конструкція передбачає гладкі внутрішні поверхні з полірованою обробкою та заокругленими кутами, що суттєво спрощує миття й санітарну обробку після кожного виробничого циклу.

Кожна діжка встановлена на поворотні промислові коліщатка з фіксацією, що дозволяє легко транспортувати ємності між ділянками виробництва та розміщувати їх у холодильних камерах без застосування підйимальної техніки. Ємності оснащені знімними кришками, які забезпечують захист тіста від

висихання та зовнішнього забруднення під час вистоювання. Запропоноване рішення забезпечує загальний корисний об'єм до 1200 л тіста, є технологічно доцільним для промислових умов, дозволяє стабільно реалізувати холодне відстоювання та відповідає вимогам сучасного хлібопекарського виробництва.

Обладнання для поділу тіста

Технологічний розрахунок полягає у визначенні кількості машин для поділу тіста.

$$N = \frac{N_{\text{тз}} \cdot K}{P} \quad (1.62)$$

де P - продуктивність тістоподільника за технічною характеристикою, шматків за хвилину

K - коефіцієнт запасу, який враховує зупинку тістоподільника і брак шматків

$N_{\text{тз}}$ - кількість тістових заготовок шт/хв

Кількість тістових заготовок знаходимо за формулою

$$N_{\text{тз}} = \frac{P_{\text{год}}}{60 \cdot g_{\text{в}}} \quad (1.63)$$

де $P_{\text{год}}$ — годинна продуктивність печі, кг/год

$g_{\text{в}}$ — маса виробу, кг

Розрахунок обладнання для поділу тіста для хліба «Хліб із споришем»

Згідно формули розраховуємо хвилинну кількість тістових заготовок необхідних для забезпечення роботи печі

$$N_{\text{тз}} = \frac{122,1}{60 \cdot 0,7} = 2,92 \text{ шт/хв}$$

приймаємо 3 шт/хв

Визначаємо кількість тістоподільних машин продуктивністю 1800-2400 порцій за годину (відповідно 30 порцій за хвилину, якщо брати від 1800 порцій)

$$N_{\text{тз}} = \frac{3 \cdot 1,05}{30} = 0,1 \text{ шт}$$

приймаємо одну машину

Коефіцієнт використання тістоподільника

$$\eta = \frac{N_{\text{тз}}}{P} < 1 \quad (1.64)$$

$$\eta = \frac{3}{30} = 0,1$$

Розрахунок обладнання для тіста хлібця «Пікантного»

Виходячи із годинної продуктивності печі обчислюємо кількість тістових заготовок. Продуктивність печі — 70,2 кг/год та маси виробу 0,5 кг

$$N_{\text{тз}} = \frac{70,2}{60 \cdot 0,5} = 2,34 \text{ шт/хв, приймаємо 3шт}$$

Кількість тістоподільних машин

$$N = \frac{3 \cdot 1,05}{30} = 0,1 \text{ шт}$$

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок

Для здійснення остаточного вистоювання тістових заготовок перед випіканням на хлібо заводах використовуються розстійні шафи періодичної дії з регульованими температурою та вологістю. Правильний вибір шафи залежить від типу хліба, способу формування, типу тістових заготовок, а також вимог до мікроклімату всередині камери.

. Розрахунок передбачає визначення кількості візків необхідних для остаточного вистоювання тістових заготовок у шафових камерах

$$N_{\text{віз}} = \frac{N_{\text{т.з.}}}{n_{\text{віз.}} \cdot n} \quad (1.65)$$

де $N_{\text{т.з.}}$ - кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання

$n_{\text{віз}}$ - кількість листів на візку

n - кількість тістових заготовок на листі визначено при розрахунку продуктивності печі

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання

$$N_{\text{тз}} = \frac{P_{\text{год}} \cdot t_{\text{вис}}}{60 \cdot g_{\text{в}}} \quad (1.66)$$

де $P_{\text{год}}$ — годинна продуктивність печі, кг/год

$t_{\text{вис}}$ — тривалість вистоювання, хв

g_v — маса виробів, кг

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок хліба «Хліб із споришем»

Годинна продуктивність печі -122,9 кг/год, тривалість вистоювання 40 хв, кількість листів на візку - 20, кількість тістових заготовок на лист 6 шт

$$N_{\text{тз}} = \frac{122,9 \cdot 40}{60 \cdot 0,7} = 117 \text{ шт тістових заготовок}$$

необхідна кількість візків для остаточного вистоювання тістових заготовок :

$$N_{\text{віз}} = \frac{117}{20 \cdot 6} = 0,98 \text{ шт}$$

отже, у шафі для остаточного вистоювання тістових заготовок має бути один візок. Доцільним є використання вистоювальної шафи типу ПВШ-1 (Orest PT-20).

Обладнання для остаточного вистоювання тістових заготовок для хлібця «Пікантного»

Годинна продуктивність печі — 70,2 кг/год, тривалість вистоювання 50 хв, кількість листів на візку- 8, кількість тістових заготовок на лист 12 шт,

$$N_{\text{тз}} = \frac{70,2 \cdot 50}{60 \cdot 0,5} = 117 \text{ шт тістових заготовок}$$

необхідна кількість візків для остаточного вистоювання тістових заготовок :

$$N_{\text{віз}} = \frac{117}{9 \cdot 12} = 1,08 \text{ шт}$$

отже, у шафі для відстоювання повинно бути 3 візки

Розрахунок кількості вагонеток для зберігання хліба

Кількість вагонеток для зберігання виробів протягом години

$$N_{\text{ваг}} = \frac{N_{\text{в.}}}{N_{\text{л.}}}$$

де $N_{\text{в}}$ -кількість виробів, розрахована відносно продуктивності печі

$N_{\text{л}}$ — кількість виробів, що вміщує вагонетка

для хліба «Хліб із споришем»

$$N_{\text{ваг}} = \frac{117}{60} = 1,95 \text{ шт, приймаємо 2 вагонеток}$$

для хлібця «Пікантного»

$$N_{\text{ваг}} = \frac{117}{96} = 1,22 \text{ шт, приймаємо 2 вагонетки}$$

При зберіганні хліба «Хліб із споришем» протягом 6 годин на хлібзаводі кількість потрібних вагонеток

$$N_{\text{в}} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ шт вагонеток}$$

Для зберігання хлібця «Пікантного»

$$N_{\text{в}} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ шт вагонеток}$$

3.3 Розрахунок площ складських приміщень для зберігання і підготовки сировини до виробництва

Площа складського приміщення для тарного зберігання сировини

F_c м² розраховуємо згідно формули:

$$F_c = \frac{G_{\text{доб}}}{q} \cdot \tau \mu \quad (1.67)$$

де : τ - норма запасу сировини, діб

μ - коефіцієнт, що враховує проходи — 1,85 для борошна ; 1,5 для іншої сировини

q – норма навантаження на 1 м² підлоги, т/м²

Борошно пшеничне вищого сорту

$$F_{\text{свс}} = \frac{0,769}{1} \cdot 7 \cdot 1,85 = 9,96 \text{ м}^2$$

Борошно пшеничне першого сорту

$$F_{\text{с1с}} = \frac{0,147}{1} \cdot 7 \cdot 1,85 = 1,90 \text{ м}^2$$

Борошно пшеничне 2 сорту

$$F_{\text{с2с}} = \frac{0,587}{1} \cdot 7 \cdot 1,85 = 7,60 \text{ м}^2$$

Для дріжджів (38,46 +11)

$$F_d = \frac{0,049}{0,54 \cdot 3 \cdot 1,5} = 0,020 \text{ м}^2$$

Для солі (13,20 +10)

$$F_{\text{сіль}} = \frac{0,023}{0,8 \cdot 15 \cdot 1,5} = 0,2 \text{ м}^2$$

Для олії соняшникової рафінованої (7,34 + 19,23)

$$F_{\text{ол}} = \frac{0,027}{0,66 \cdot 15 \cdot 1,5} = 0,2 \text{ м}^2$$

Для сиру кисломолочного, який є швидкопсувним продуктом норма зберігання залежить від того в якому вигляді завод отримує сир таблиця 3.10
Таблиця 3.10 Актуальна інформація щодо зберігання кисломолочного сиру:

Тип упаковки сиру	Температура зберігання	Термін зберігання	Норма запасу (розрахункова)
Насипом, без упаковки	+2...+6 °C	36–48 годин	1,5 доби
У харчовій плівці	+2...+6 °C	3–5 діб	2 доби
Вакуум/МАП в контейнері	+2...+6 °C	до 7–10 діб	3 доби і більше

Якість пакування впливає на ціну продукту, але якщо використовувати сучасний сир у заводській герметичній упаковці, то норма запасу може бути збільшена до 3 діб (або більше при потребі). Це дозволяє зменшити кількість поставок і збільшити ефективність зберігання.

$$F_{\text{сир}} = \frac{0,077}{0,4 \cdot 3 \cdot 1,5} = 0,87 \text{ м}^2$$

Для перцю червоного меленого

$$F_{\text{пер}} = \frac{0,008}{0,54 \cdot 15 \cdot 1,5} = 0,33 \text{ м}^2$$

Для цукру білого кристалічного

$$F_{\text{цук}} = \frac{0,015}{0,8 \cdot 15 \cdot 1,5} = 0,42 \text{ м}^2$$

Запас сировини таблиця 3.11

Таблиця 3.11 Запас сировини

Сировина	Добові витрати сировини, т	Спосіб зберігання	Нормативний термін зберігання	Необхідний запас сировини, т	Навантаження на 1 м ²	Необхідна площа
Борошно вищого сорту	0,769	Тарний мішках у	7	5,38	1,0	9,96
Борошно першого сорту	0,296	Тарний мішках у	7	2,07	1,0	3,83
Борошно другого сорту	1,182	Тарний мішках у	7	8,27	1,0	15,32
Дріжджі пресовані	0,06	Тарний ящиках у	3	0,18	0,54	0,505
Сіль кухонна харчова	0,037	Тарний мішках у	15	0,55	0,8	1,04
Олія соняшникова	0,034	У бочках	15	0,51	0,66	1,16
Цукор білий кристалічний	0,015	Тарний мішках у	15	0,23	0,8	0,87
Сир кисломолочний	0,077	У контейнерах	3	0,23	0,4	2,62
Перець червоний мелений	0,008	У герметично закритій тарі	15	0,12	0,54	0,33
Порошок трави споришу	0,007	У герметичних пакетах із харчового поліетилену, вкладених у картонні коробки	15	0,014	0,54	0,03

На сучасних хлібопекарських підприємствах борошно доставляють і зберігають безтарним способом. Безтарне зберігання дозволяє механізувати трудомісткі вантажно-розвантажувальні роботи, відмовитися від застосування мішків і знизити витрати борошна. При безтарному зберіганні площу

розраховують не за масою борошна, як при тарному способі, а за кількістю і габаритами силосів, а також з урахуванням обслуговуючої площі. При безтарному способі зберігання борошна воно зберігається у вертикальних силосах, що подають борошно у виробництво по трубопроводу. Площа зберігання визначається кількістю бункерів та площею їх розміщення з обслуговуванням. В середньому, один силос займає 4–6 м² з обслуговуванням і вміщує 20–25 тон борошна.

3.4 Опис технологічного процесу виробництва

На сучасних хлібопекарських підприємствах застосовується раціоналізована та механізована технологічна схема виготовлення хліба, яка забезпечує стабільну якість продукції, високу продуктивність праці та економічну ефективність виробництва. Процес виробництва хліба складається з послідовних стадій, кожна з яких виконує важливу роль у формуванні якості готового виробу.

Приймання та підготовка сировини. На цьому етапі отримують борошно, дріжджі, сіль, воду та інші складники відповідно до рецептури. Уся сировина проходить контроль якості та необхідну підготовку: борошно очищають і просівають, сіль і дріжджі розчиняють, а воду за потреби підігрівають або охолоджують. Такі операції забезпечують рівномірне змішування інгредієнтів і стабільний перебіг подальших технологічних процесів. Основна сировина для випікання хліба – борошно. Борошно можна зберігати тарним чи безтарним способом. Найбільш дієва схема, коли основний обсяг борошна (наприклад, 1-го,вищого ґатунків) зберігається в силосах. Це зручно, ефективно та автоматизовано. Додаткові види борошна (цільозернове, кукурудзяне, борошно з добавками) - в мішках. Їх використовують в невеликих кількостях і нерегулярно, тому економічно не вигідно підключати до силосів. Переваги поєднання: гнучкість- можна оперативно змінити рецептуру, не

чекаючи пересипання в силос. Страхування ризиків - у випадку аварії на безтарній лінії можна замішати тісто вручну з мішкового борошна; менші втрати при роботі з рідкісними видам. Це оптимальне рішення для поєднання автоматизованої подачі основного борошна з можливістю використання інших сортів у малих обсягах.

Для безтарного зберігання борошна вищого і першого гатунків обрано силос Технік 5 кубів. Використовуємо модулі по 2 силоси для кожного сорту борошна, що дозволить проводити обслуговування силосів без призупинення виробництва.

Важливим етапом підготовки борошна до використання є просіювання. Просіювання борошна на хлібозаводах здійснюється з метою: видалення сторонніх домішок (навіть високоякісне борошно може містити волокна, нитки, грудки, часточки пакувального матеріалу); розпушення та аерація (насичення киснем, що покращує водопоглинання та активізує ферменти й дріжджі у процесі замісу тіста); розривання злипих грудок борошна ; знезараження (частково). При використанні магнітних пасток видаляються металеві включення. Просіювач (борошнопросіювальна машина) у безтарній системі обов'язково присутній, але часто він входить до складу автоматизованого комплексу він вбудований і не завжди показаний на схемі окремо. Його продуктивність прирівнюється до продуктивності всієї лінії подачі борошна (зазвичай 500–4000 кг/год). Кожен сорт чи вид борошна зберігається в окремих силосах, тому кожна сировина подається окремо по своїй системі [41],[42].

При тарному зберіганні борошна використовується просіювач як окремий механізм. Використовуємо установку Технік ПТ-1500 вібраційну, з двома ситами; має магнітну решітку, продуктивність 1500 г/год.

Для «Хліба із споришем» додаткового передбачено просіювач для порошку трави споришу. При роботі з рослинними порошками у невеликій кількості виробництво має забезпечити їх однорідність, відсутність агломератів, рівномірне введення в тісто та захист від сторонніх домішок. Через високу

дисперсність та схильність до злипання рослинних порошків просіювання є технологічно необхідним етапом. Для забезпечення однорідності та стабільної дисперсності порошку трави споришу на підприємстві обрано лабораторний вібраційний просіювач українського виробництва ВПЛ-1. Обладнання призначене для роботи з малими обсягами рослинних порошків і забезпечує продуктивність 3–5 кг/год, що повністю відповідає потребам цеху. Просіювач оснащений змінними ситами з розміром комірки 0,315–0,5 мм, що дає змогу ефективно відокремлювати грубі частки та руйнувати дрібні агломерати. Низька інтенсивність вібрації зберігає структуру порошку, а компактні розміри обладнання дозволяють інтегрувати його безпосередньо у зону підготовки сировини. Використання цього типу просіювача забезпечує стабільну якість рослинної добавки та підвищує відтворюваність технологічного процесу.

Дозування компонентів. Інгредієнти дозуються автоматизованими системами у суворій відповідності до рецептури. Для велико товарного виробництва характерне об'ємно-вагове або електронне дозування, що дозволяє знизити похибки й втрати сировини.

Замішування тіста. Компоненти надходять у тістомісильні машини, де відбувається інтенсивний заміс до досягнення потрібної структури. В залежності від виду хліба застосовують безопарний або опарний спосіб. Замішування тісно пов'язане з формуванням клейковинного каркасу та рівномірним розподілом газу утворювальних агентів. Тістомісильна машина повинна забезпечити тістом хлібопекарську піч, тому її продуктивність повинна відповідати продуктивності печі. Обрано тістоміс ХТМ-330 — це горизонтальна діжоповоротна машина періодичної дії, призначена для замішування пшеничного, житньо-пшеничного, здобного тіста на підприємствах середньої та високої продуктивності. Машина оснащена знімною діжею, яка викочується після замісу для подальшого транспортування тіста на бродіння або обробку

Бродіння тіста. Тісто визріває в спеціальних бродильних камерах або чанах при контрольованих параметрах температури (28–32 °C) і вологості (75–

85%). Бродіння забезпечує газоутворення, розвиток смаку, аромату та кислотності. Тривалість залежить від способу приготування і рецептури.

Технологічний процес приготування «Хліба із споришем» передбачає застосування комбінованої схеми, що включає коротку теплу ферментацію та подовжену холодну фазу.

Технологічна схема процесу виробництва «Хліба із споришем» подана у вигляді часової діаграми, що відображає послідовність та тривалість основних етапів виробництва. По осі часу відкладено тривалість операцій у годинах, а кожен технологічний етап представлено окремим блоком, що дозволяє наочно оцінити структуру процесу та співвідношення між активними й витримувальними стадіями. Такий підхід забезпечує чітке уявлення про загальну тривалість циклу та логіку переходу між етапами підготовки сировини, ферментації, термічної обробки та зберігання рис. 4.1

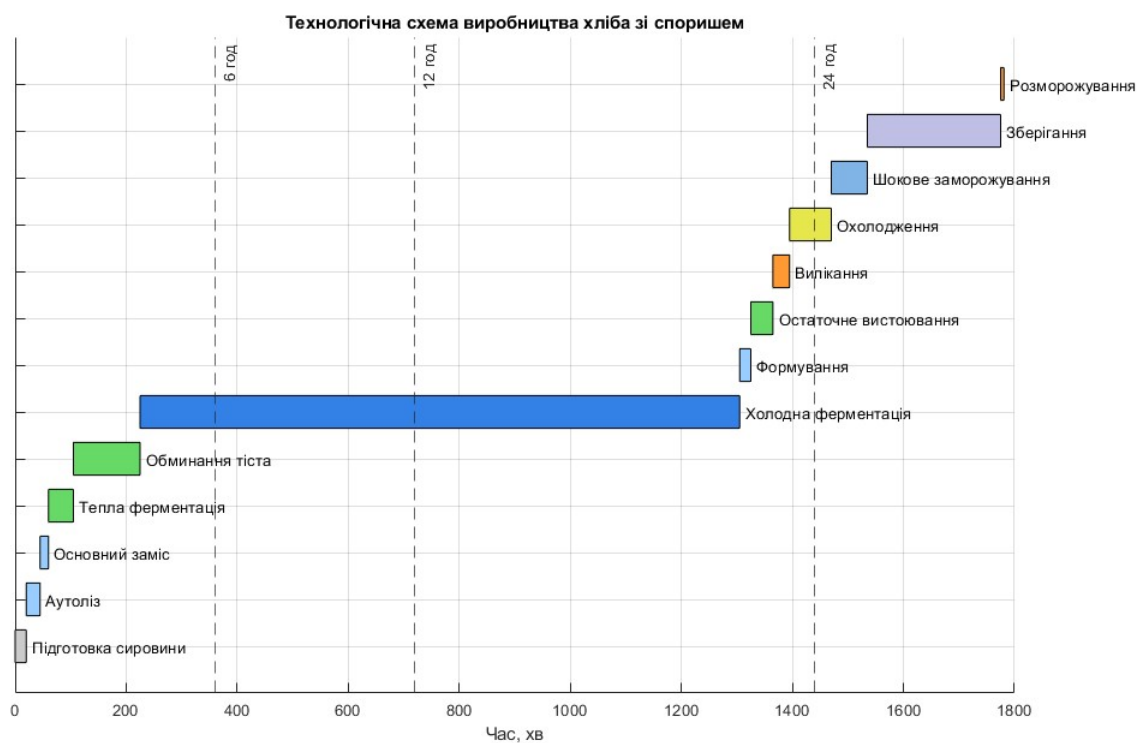


Рис.1 Технологічна схема процесу виробництва «Хліба із споришем»

Схема дозволяє візуально виділити найбільш тривалі та критичні за часом операції, зокрема холодну ферментацію, яка формує основні реологічні та смакові властивості тіста. Представлення процесу у вигляді часової шкали є зручним інструментом для технологічного аналізу, планування виробничих змін та узгодження продуктивності обладнання окремих ділянок. Такий формат є наочним, універсальним та придатним для використання у проєктній і виробничій документації.

Першою технологічною операцією є замішування тіста. Замішування триває до моменту формування початкової клейковинної мережі та отримання гладкої, більш еластичної консистенції, яка легко відокремлюється від стінок діжі. Далі тісто залишають на коротку теплу ферментацію тривалістю 30–60 хвилин при температурі 20–25 °С. Завдання цього етапу — забезпечити запуск активності дріжджів, але не допустити надмірного підйому; у результаті об'єм тіста збільшується лише на 10–20 % [44]. Для компенсації часткового послаблення клейковинної структури рослинним порошком застосовують 2–3 цикли обминання (складання) з інтервалами по 30 хвилин. Складання здійснюють шляхом підтягування і накладення країв тіста до центру для формування поверхневого натягу та зміцнення клейковинної мережі. Після завершення складань та короткої теплої фази тісто перекладають у закриті контейнери, які встановлюють на візки та переносять у холодильну камеру. Холодну ферментацію проводять при температурі 4–8 °С протягом 12–24 годин, зазвичай до наступної виробничої зміни. Тривале охолодження сприяє стабілізації структури тіста, зменшенню липкості та полегшенню подальшого формування виробів. Холодна ферментація також забезпечує розвиток аромату та смаку без надмірної кислотності, що характерно для заквасочних технологій. У результаті така схема поєднує механічне зміцнення клейковини та технологічні переваги повільної ферментації, дозволяючи отримати хліб із стабільною формою, рівномірною пористістю та приємними органолептичними властивостями [45].

Ділення та оброблення тіста. Після бродіння тісто подається на подільні машини, де ділиться на шматки заданої маси. Потім воно піддається округленню та попередній витримці, що сприяє стабілізації його структури. Далі тістові заготовки формуються у виробі необхідної конфігурації (буханці, батони, плетінки). Наступними операціями після замісу є оброблення тіста, що включає для подових сортів : розподіл тіста на шматки заданої маси, округлення шматків тіста, остаточне розстоювання заготовок. Для формових сортів хліба - розподіл тіста на шматки й укладання їх у форми, остаточне розстоювання заготовок тіста.

Оброблення тіста здійснюють на спеціальному устаткуванні - на тістоподільних, тістоокруглювальних і тістоформувальних машинах, транспортерних стрічках, у шафах для попереднього й остаточного розстоювання.

Розподіл тіста здійснюється на тістоподільних машинах з метою отримання заготовок тіста певної маси. Основним якісним показником роботи тістоподільної машини є точність маси шматків тіста. За якісними показниками оптимальним вибором є тістоподільна машина ХДМ-2. Розрахована на продуктивність 1800–2400 порцій/год (регулюється), маса порцій регулюється залежно від рецептури від 100 до 1000 г із точністю поділу 2-3г. Працює із пшеничним, житньо-пшеничним, здобним, тістом з додатками.

Остаточне розстоювання. Сформовані заготовки направляються у розстоєчні камери, де за температури 35–40 °С і вологості 75–85% вони збільшуються в об'ємі за рахунок повторного бродіння. Розстоювання триває 40–60 хв залежно від типу виробу, що забезпечує потрібну пористість і ніжну структуру м'якушки. Для здійснення остаточного вистоювання тістових заготовок перед випіканням на хлібозаводах використовуються розстійні шафи періодичної дії з регульованими температурою та вологістю. Правильний вибір шафи залежить від типу хліба, способу формування, типу тістових заготовок, а також вимог до мікроклімату всередині камери.

Для «Хліба із споришем», який випікається подовим способом (без форм), вистоювання здійснюється на листах. Це вимагає стабільного мікроклімату з високою відотною вологістю (75–85 %) і температурою +35...+38 °С. Для запобігання обсиханню заготовок потрібне активне парозволоження. Тому доцільним є використання вистоювальної шафи типу ПВШ-1, яка розрахована на 20 рівнів і візки для листів розміром 600×400 мм. Така шафа дозволяє ефективно вистоювати велику кількість подових хлібин - від 30 до 45 штук на один візок.

Для хлібця «Пікантний», який випікається у формах, заготовки мають стабільну геометрію, тому їх вистоювання менш вимогливе до вологості. Температурний режим аналогічний - +35...+40 °С, проте достатньо вологості на рівні 70–80 %. У цьому випадку підходить компактніша шафа типу ШРТ-2 (ШР-2), розрахована на 9 рівнів з можливістю встановлення візків із формами.

Таким чином, вибір вистоювальної шафи визначається технологічними особливостями продукту. Для подового хліба («із споришем») краще підходять високі шафи з активним зволоженням, тоді як для формового хліба («Пікантний») ефективні компактніші шафи з базовим парозволоженням, орієнтовані на роботу з формами.

Випікання. Тістові заготовки випікають у пекарських або тунельних печах при температурі 220–260 °С. У процесі випікання проходять складні фізико-хімічні перетворення: коагуляція білків, клейстеризація крохмалю, утворення кірки, розвиток кольору та аромату. Тривалість випікання залежить від розміру виробу і типу печі. Найбільш поширеними в промисловості є подові печі, шафові печі, ротаційні печі, а також тунельні конвеєрні печі. Кожна з них має свої переваги та сфери застосування.

Подові печі (наприклад, моделі WACHTEL INFRA, MIWE Ideal, Bongard Soleo) мають кілька незалежних камер (звичайно від 2 до 6), які дозволяють одночасно випікати різні види хліба. Вони забезпечують рівномірну

теплопередачу та ідеально підходять для випікання подових хлібин, у тому числі житніх і житньо-пшеничних. У таких печах хліб випікається безпосередньо на керамічному або металевому поду або на листах.

Шафові печі (наприклад, моделі Г4-ХПШ, ШПЕ) — це багатоярусні електричні або газові печі, які широко застосовуються для формового хліба. Вони займають небагато місця, зручні в обслуговуванні та підходять для середніх підприємств.

Ротаційні печі (Rototherm, Wachtel Piccolo, Wiesheu, Unox) працюють за принципом обертання вагонетки всередині пекарської камери. Таке обертання забезпечує рівномірне пропікання хлібин. Ротаційні печі особливо ефективні для випікання дрібноштучної продукції, здоби, формового хліба. Вони прості в експлуатації та дозволяють випікати великі обсяги за короткий час.

Тунельні конвеєрні печі (наприклад, хлібопекарські лінії Werner & Pfleiderer, Rademaker, ЛХП) застосовуються на великих заводах із безперервним виробництвом. Тістові заготовки переміщуються стрічкою через пекарські зони з регульованими температурами. Такі печі забезпечують високу продуктивність (до кількох тонн продукції на годину), але вимагають точного налаштування та значного простору.

Усі типи сучасних печей обладнуються електронними системами управління, мають регулятори температури, пару, швидкості обдуву та часів випікання, що дозволяє адаптувати режим під конкретний вид тіста. Важливими критеріями вибору печі є: енергоефективність, якість випікання, рівномірність температури, надійність, простота санітарного обслуговування, наявність парозволоження.

Таким чином, правильно підібрана піч дозволяє забезпечити стабільну якість хліба.

Охолодження. Готовий хліб охолоджують у спеціальних охолоджувальних камерах або на решітках до температури не вище 35–40 °С. Правильне охолодження попереджає утворення конденсату та запобігає передчасному псуванню. На хлібозаводах транспортування та короткочасне зберігання випеченого хліба здійснюється за допомогою спеціальних вагонеток (візків). Їх конструкція залежить від виду хліба, способу випікання та вимог до умов охолодження.

Для «Хліба із споришем», який є подовим виробом масою близько 700 г, випікається на листах без форм, доцільно використовувати вагонетки з решітчастими або сітчастими полицями. Така конструкція забезпечує вільну циркуляцію повітря навколо гарячого виробу, що сприяє рівномірному охолодженню та запобігає утворенню конденсату. Рекомендовано застосовувати вагонетки на 10–12 полиць з відстанню між ними 150–180 мм. Розміри полиць - стандартні: 600×800 або 650×850 мм. Місткість однієї такої вагонетки становить орієнтовно 40–60 хлібин, залежно від способу укладання та розміру листа. Матеріал виготовлення - нержавіюча або оцинкована сталь. Колеса повинні бути термостійкими, діаметром не менше 125 мм. Приклад відповідної моделі - вагонетка типу ТВ-12ПР, яка призначена для транспортування хліба, випеченого на листах. Візок має 12 решітчастих полиць, які забезпечують вільну циркуляцію повітря навколо гарячого хліба та сприяють рівномірному охолодженню. Відстань між полицями становить 150–180 мм, що дозволяє розміщувати вироби вагою до 700 г у кількості 5–6 штук на полицю. Загальна місткість одного візка - близько 40–60 хлібин. Розмір полиць - стандартний (600×800 мм або 650×850 мм), що дає змогу використовувати універсальні листи. Каркас вагонетки виготовлений із нержавіючої або оцинкованої сталі, колеса термостійкі, діаметром 125 мм. Візок зручний для експлуатації в гарячих цехах і може застосовуватися також для вистоювання або охолодження продукції.

Для хлібця «Пікантний», який випікається у формах, рекомендовано використовувати вагонетки із глухими полицями або суцільними опорними

рамами, розрахованими на вагу форм з гарячим хлібом. Важливо забезпечити надійну фіксацію форм під час транспортування та достатній простір між рівнями для циркуляції повітря. Рекомендована кількість полиць- 6–8, з між'ярусною відстанню 180–220 мм. Такі вагонетки зазвичай мають більшу вантажність і конструктивну жорсткість. Розмір виробу - приблизно 700×1000×1700 мм. Як приклад, можна навести модель ТВ-8Ф, яка призначена для транспортування формового хліба. Вона має 8 рівнів з глухими або рамковими полицями, розрахованими на розміщення форм із хлібом. Відстань між полицями становить 180–220 мм, що забезпечує достатню вентиляцію й запобігає зіткненню форм між собою. Конструкція вагонетки підсилена, здатна витримувати значну вагу гарячих форм. Розміри - орієнтовно 700×1000×1800 мм. Візок оснащений термостійкими колесами з поворотним механізмом, що забезпечує легке маневрування в умовах цеху.

Таким чином, для транспортування «Хліба із споришем» застосовується решітчаста багатоярусна вагонетка, а для хлібця «Пікантний» - міцна конструкція з глухими полицями, призначена для перевезення форм. Обидва типи візків забезпечують безпечне переміщення готової продукції та відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Це забезпечує збереження форми, якісне охолодження хліба та зручність транспортування у виробничих умовах.

Упакування і зберігання. Після охолодження вироби направляють на пакування або подають до торговельної мережі. Упакування забезпечує гігієнічність, збереження аромату і збільшення терміну придатності. Зберігання здійснюється в спеціальних приміщеннях із регульованими параметрами до моменту реалізації. На хлібозаводі хліб зберігається лише короткий час — безпосередньо після випікання, охолодження та, за потреби, пакування.

Хліб із додаванням порошку трави споришу належить до продуктів функціонального призначення, споживання яких зазвичай не є щоденним. З огляду на це попит на виріб має обмежений та прогнозовано стабільний характер. У зв'язку з цим доцільно організувати його виробництво за схемою

періодичного випікання — один раз на тиждень, що повністю відповідає реальним обсягам споживання. Такий підхід дозволяє оптимізувати використання сировини, трудових ресурсів і виробничих потужностей. Подальше заморожування готових виробів забезпечує наявність продукції протягом усього тижня без втрати якості, роблячи виробництво економічно обґрунтованим та технологічно ефективним.

Найбільш поширеним способом є шокове заморожування повітрям у тунельних або спіральних морозильних камерах при температурах від -25°C до -35°C і нижче, де потужна циркуляція холодного повітря забезпечує рівномірне та швидке охолодження всього об'єму виробу, зберігаючи його органолептичні та фізичні характеристики.

Процес шокowego заморожування включає три послідовні етапи. На першому етапі здійснюється швидке охолодження хліба до температури, близької до 0°C , що дозволяє підготувати виріб до подальшого інтенсивного зниження температури. Другий етап, відомий як підморожування, передбачає швидке проходження критичної температурної зони від 0°C до -5°C . Він є визначальним для подальшої якості продукту, оскільки саме в цей період відбувається утворення основної маси льодяних кристалів. Чим швидше проходить цей етап, тим дрібнішими є кристали льоду, що формуються всередині м'якушки. Утворення дрібнодисперсних кристалів дозволяє зберегти цілісність клітинної структури крохмалю й клейковинної сітки, запобігаючи механічним пошкодженням, які часто виникають при повільному заморожуванні.

Третій етап — це глибоке заморожування, у ході якого температура всередині виробу знижується до -18°C або нижче. Такий рівень охолодження забезпечує майже повне припинення процесів ретроградації крохмалю, що значно сповільнює черствіння виробу і дозволяє зберігати його протягом тривалого часу без суттєвих втрат якості.

Головною перевагою шокового заморожування є збереження пружності, еластичності та м'якості м'якушки після розморожування. Завдяки формуванню дрібних кристалів льоду внутрішня структура хліба зазнає мінімальних пошкоджень, що забезпечує високу якість відновленого продукту. Тому ультрашвидке заморожування є одним із найефективніших методів кріозберігання випечених хлібобулочних виробів у промислових умовах і широко застосовується для продукції, що реалізується у форматі «готово після розморожування».

Отже, ефективне заморожування може значно подовжити термін зберігання готового хліба, зберігши його смакові та текстурні властивості, за умови дотримання оптимальних режимів заморожування, зберігання та розморожування.

Термін перебування готової продукції на підприємстві становить, як правило, не більше 6–12 годин. Подовий хліб без пакування може зберігатися до 6 годин, тоді як формовий хліб у пакуванні — до 8–12 годин. Зберігання здійснюється у спеціально обладнаних приміщеннях за температури 18–25 °C і відносної вологості не більше 75 %. Після цього хліб відвантажується у торговельну мережу або на склади дистриб'ютора.

Температурний профіль технологічного процесу відображає зміну температури тістової заготовки на всіх етапах виробництва у часовому вимірі. Графік побудовано у вигляді ступінчастої кривої, де кожен горизонтальний відрізок відповідає окремому технологічному етапу з фіксованими температурними умовами. Додаткове зонування фону дозволяє розмежувати теплі, охолоджувальні та заморожувальні режими, що підвищує наочність та спрощує інтерпретацію температурних переходів (рис. 4. 2).

Цікавий підхід до оптимізації виготовлення пшеничного хліба можна знайти в патентній документації[66]

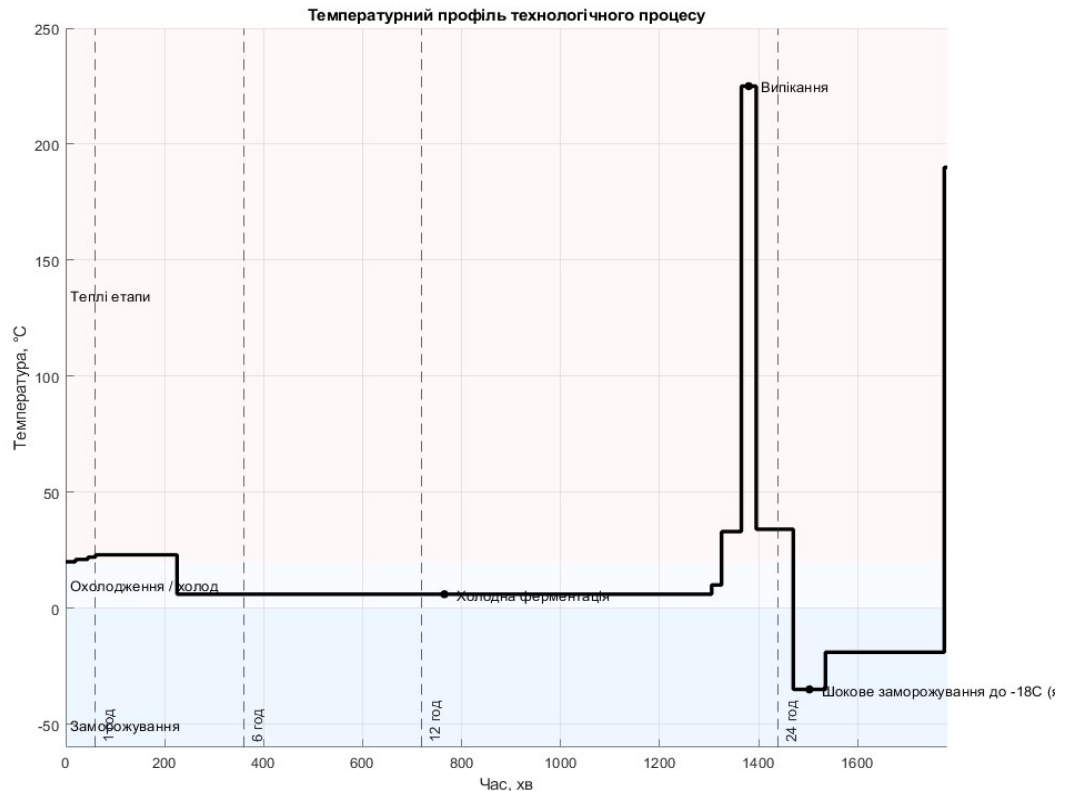


Рис. 4.2 Температурний профіль технологічного процесу

Застосування такого температурного профілю дозволяє обґрунтувати вибір режимів ферментації, випікання та шокового заморожування з точки зору збереження структури м'якушки та стабільності якості готового виробу. Особливо важливим є відображення проходження критичної зони заморожування та досягнення цільової температури ядра виробу, що визначає ефективність подальшого зберігання. Представлена схема може використовуватись як основа для аналізу теплових процесів, оптимізації режимів та контролю дотримання технологічних параметрів.

Ця технологічна схема дозволяє забезпечити масове виробництво якісної хлібобулочної продукції з високими споживчими властивостями. Автоматизація окремих процесів, дотримання технологічних режимів і правильна організація праці — ключові чинники ефективної роботи сучасного хлібозаводу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Охорона праці на хлібопекарському підприємстві

Об'єктом проєктування є міні-пекарня (хлібопекарський цех), призначена для виробництва хліба підвищеної харчової цінності із застосуванням порошку трави споришу, технології холодної ферментації тіста та шокового заморожування готових виробів. Особливості даного виробництва зумовлюють наявність комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких механічні, термічні, електричні, хімічні та мікрокліматичні, що потребує системного підходу до організації охорони праці. Також питання охорони праці розглядаються в контексті безпечного впровадження інноваційних технологій і наукових розробок, що передбачає мінімізацію професійних ризиків та забезпечення належних умов праці персоналу.[65,67]

Організація охорони праці на підприємстві здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону праці» [47], Кодексу законів про працю України [48], а також чинних нормативно-правових актів і стандартів у галузі безпеки праці. Згідно зі статтею 15 Закону України «Про охорону праці» [47], на підприємствах з чисельністю працюючих 50 і більше осіб створюється служба охорони праці. Для міні-пекарень з меншою кількістю працівників функції з охорони праці можуть виконуватися уповноваженою особою або залученим спеціалістом, який має відповідну підготовку та пройшов навчання з питань охорони праці.

На підприємстві обов'язково розробляються та затверджуються інструкції з охорони праці для всіх професій і видів робіт, що виконуються у виробничих, допоміжних та складських приміщеннях. Інструкції складаються відповідно до вимог статті 13 Закону України «Про охорону праці» [47] та КЗпП України [48], з урахуванням технологічних регламентів, типових інструкцій і специфіки хлібопекарського виробництва. Інструкції переглядаються та оновлюються у разі зміни технології, впровадження нового обладнання або оновлення нормативної бази.

Інструктажі та навчання персоналу

Перед допуском до виконання виробничих обов'язків працівники цеху проходять вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці, стажування та перевірку знань. Вступний інструктаж проводить відповідальний спеціаліст з охорони праці, а первинний — безпосередній керівник робіт.

Повторні інструктажі проводяться не рідше одного разу на шість місяців, а для працівників, зайнятих на роботах підвищеної небезпеки (робота з тістомісильними машинами, печами, холодильним обладнанням), — не рідше одного разу на квартал відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 [49]. Позапланові інструктажі здійснюються у разі зміни технологічного процесу, заміни обладнання, порушення вимог охорони праці або після нещасних випадків. Факт проведення інструктажів фіксується у спеціальних журналах із підписами інструктуючого та працівника.

Безпека праці під час виконання технологічних операцій

Під час експлуатації тістомісильних машин, ділителів тіста та формувального обладнання працівники повинні дотримуватися вимог безпеки, не допускати роботи машин зі знятими або несправними захисними кожухами. Забороняється очищення, змащування або регулювання механізмів під час їх роботи. Технічне обслуговування дозволяється виконувати лише після повного відключення обладнання від електромережі.

Робота з хлібопекарськими печами супроводжується впливом високих температур та інтенсивного теплового випромінювання. Для зниження ризику термічних опіків працівники забезпечуються термостійкими рукавицями, спеціальним одягом та взуттям. Завантаження і вивантаження виробів з печей здійснюється з використанням інвентарю, що виключає прямий контакт з нагрітими поверхнями.

Процеси холодної ферментації тіста та шокового заморожування здійснюються у спеціально обладнаних холодильних і морозильних камерах. Працівники повинні дотримуватися регламентованого часу перебування у приміщеннях з пониженими температурами, використовувати утеплений спецодяг і рукавиці для запобігання переохолодженню та обмороженням.

Особливу увагу приділяють роботі з порошком трави споришу, який застосовується як функціональна добавка. Під час його дозування і просіювання можливе утворення пилу, що може подразнювати органи дихання. З метою захисту працівники використовують засоби індивідуального захисту органів дихання (маски або респіратори), що відповідають вимогам ГОСТ 12.4.028-76 [50].

Медичні огляди та засоби індивідуального захисту

Згідно зі статтею 169 КЗпП України роботодавець зобов'язаний організувати проведення попередніх та періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих у хлібопекарському виробництві [48]. Медичні огляди дозволяють своєчасно виявляти професійні захворювання та протипоказання до роботи в умовах підвищених температур або запиленості.

Працівники цеху безкоштовно забезпечуються спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 13688:2016 [51]. Засоби індивідуального захисту повинні відповідати умовам праці, зберігатися у належному стані та своєчасно замінюватися у разі зношення.

Атестація робочих місць

На підприємстві проводиться атестація робочих місць за умовами праці відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 442 [52]. Під час атестації оцінюються параметри мікроклімату, рівень шуму, запиленості повітря, фізичне навантаження та напруженість праці. Результати атестації

використовуються для визначення пільг, компенсацій і заходів щодо поліпшення умов праці.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Виробничі та допоміжні приміщення міні-пекарні повинні відповідати вимогам пожежної безпеки, встановленим ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [53]. Планування приміщень передбачає наявність не менше двох евакуаційних виходів, які забезпечують швидку та безпечну евакуацію персоналу у разі пожежі.

Електрообладнання підприємства підлягає обов'язковому заземленню та зануленню відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [54]. Кабельні лінії виконуються з матеріалів, що не поширюють горіння, а електрощитові обладнуються автоматичними пристроями захисту.

Приміщення цеху обладнуються автоматичною пожежною сигналізацією та системою оповіщення про пожежу відповідно до ДБН В.2.5-56:2014 [55]. Для локалізації можливих загорянь передбачено первинні засоби пожежогасіння: порошкові та вуглекислотні вогнегасники, пожежні щити та ящики з піском.

Персонал підприємства проходить інструктаж з пожежної безпеки, ознайомлюється з планами евакуації та порядком дій у разі виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації. Заходи з цивільного захисту організовуються відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України [56].

Висновки

- У кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність використання рослинних добавок у хлібопекарському виробництві як перспективного напрямку підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів, при цьому на основі аналізу наукових джерел встановлено, що порошок трави споришу є перспективною рослинною сировиною для збагачення хліба біологічно активними речовинами.
- Проведено експериментальні дослідження впливу порошку споришу на технологічні властивості борошна, тіста та клейковини. Встановлено, що порошок споришу не впливає на активність дріжджів, однак зі зростанням його концентрації знижуються вміст і міцність клейковини, зменшується її розтяжність, погіршується характер розриву та змінюється колір на зелено-сіруватий.
- Встановлено, що додавання порошку споришу призводить до певного послаблення структури тіста, однак застосування раціональних технологічних прийомів, зокрема холодної ферментації, дозволяє стабілізувати його властивості
- Органолептична оцінка показала, що хліб із додаванням споришу зберігає привабливий зовнішній вигляд, смак і аромат, що відповідають споживчим вимогам.
- На основі отриманих результатів розроблено технологію виготовлення хліба з порошком споришу, яка поєднує традиційні методи хлібопечення з сучасними підходами до створення функціональних продуктів, а також проведено проєктні розрахунки, що включали визначення рецептури, кількості сировини, режимів замісу та вистоювання тіста і параметрів обладнання для забезпечення стабільної якості готового виробу.
- Отримані результати свідчать про можливість використання порошку споришу у виробництві хлібобулочних виробів.

Список літератури

1. Ozcelik M., Foerst P. Triboelectric Separation for Protein Enrichment of Wheat Flour Compared with Gluten–Starch Mixtures as a Benchmark. *Foods*. 2024;13(24):4075. DOI: 10.3390/foods13244075.
2. Kumar, A., Devi, L., Chauhan, G.S. Development of protein-enriched bread using soy flour: impact on nutritional and sensory parameters. *Journal of Cereal Science*, 2017, vol. 77, pp. 76–82.
3. Zarzycki P., Wirkijowska A., Teterycz D., Łysakowska P. Innovations in Wheat Bread: Using Food Industry By-Products for Better Quality and Nutrition. *Applied Sciences*. 2024;14(10):3976. DOI: 10.3390/app14103976.
4. Field M.S., et al. (Systematic review) — Wheat flour fortification with iron and other micronutrients (meta-analysis / review). (2021). PubMed summary / Cochrane-type evidence on public health impact of fortification.
5. Demirkesen, I. Utilization of soy flour and whey protein concentrate in gluten-free breads: Effects on rheology and quality characteristics. *Food Science and Biotechnology*, 2020, vol. 29, no. 2, pp. 183–191.
6. Öhrvik V, Öhrvik H, Tallkvist J, Witthöft C. Folate in bread: retention during bread-making and in vitro bioaccessibility. *Eur J Nutr*. 2010 Sep;49(6):365-72. doi: 10.1007/s00394-010-0094-y. Epub 2010 Feb 4. PMID: 20130891.
7. Öhrvik V, Öhrvik H, Tallkvist J, Witthöft C. Folate in bread: retention during bread-making and in vitro bioaccessibility. *Eur J Nutr*. 2010 Sep;49(6):365-72. doi: 10.1007/s00394-010-0094-y. Epub 2010 Feb 4. PMID: 20130891.
8. Islam MA, Islam S. Sourdough Bread Quality: Facts and Factors. *Foods*. 2024 Jul 4;13(13):2132. doi: 10.3390/foods13132132. PMID: 38998638; PMCID: PMC11241011.
9. WHO. Guideline: Fortification of wheat flour with vitamins and minerals (2022). WHO / ELENA summary (2022–2023). URL/DOI: WHO publication.

10. Gao, J., Tong, Q., Park, J.W. Textural and physicochemical properties of wheat–soy composite flours and their influence on bread quality. *LWT – Food Science and Technology*, 2022, vol. 153, Article 112536.
11. Sakhare, S.D., Inamdar, A.A., Indrani, D. Influence of full-fat soy flour and soy protein isolate on rheological and bread-making characteristics of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology*, 2018, vol. 55, no. 12, pp. 4994–5002.
12. Montevercchi G., Santunione G., Licciardello F., et al. Enrichment of Wheat Flour with Spirulina: Nutritional and Technological Evaluation. *Food Chemistry*. 2022; (article). DOI / link: ScienceDirect.
13. Hernández-López I., et al. Effect of Spirulina in Bread Formulated with Wheat Flours with Different Alveograph Strengths. *Foods*. 2023;12(20):3724. DOI: 10.3390/foods12203724.
14. Saddique M.S., et al. Physicochemical, Rheological and Sensory Evaluation of Bread Supplemented with Herbal Powders. *Foods*. 2024;13(4):555. DOI: 10.3390/foods13040555
15. Карпик Г. В., Вічко О. І., Копчак Н. Г., Швед О. В. Особливості виробництва булочних виробів з Rheum L. // *Chemistry, Technology and Application of Substances*. 2022. Vol. 5, № 2. С. 136–143. DOI: 10.23939/ctas2022.02.136.
16. Карпик Г., Кухтин М., Сельський В., Назарко І., Покотило О., Гайдамака М. Дослідження технологічних властивостей хліба з додаванням бурякового квасу // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Харчові технології*. 2021. Т. 23, № 96. С. 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.
17. Лікарські рослини: енциклопедичний довідник / за ред. А. М. Гродзінського. – Київ : Головна редакція Української енциклопедії ім. М.П. Бажана, 1990. – 544 с. – С. 415–416.
18. Вічко О. І., Карпик Г. В., Швед О. В., Губрій З.В., Копчак Н. Г. Розроблення біотехнології кисломолочних напоїв з біоактивними фітоекстрактами

- солодки. Chemistry, Technology and Application of Substances. Vol. 7, No. 1, 2024, 154-164 с. (doi.org/10.23939/ctas2024.01.154)
19. Phytoadditional supplements phyto-suppliances with bioactive phyto-extracts in food biotechnology. Monographic series «European Science». Book 39. Part 2. — 2025. — P. 85–115.
 20. М.А. Носаль і І. М. Носаль. Лікарські рослини і способи їх застосування в народі. Державне медичне видавництво УРСР. Київ, 1962
 21. М. Л. Рева, Н. Н. Рева Дикі їстівні рослини України. Київ «Наукова думка», 1976
 22. Карпик Г., Свента Н. Стабілізація споживчих характеристик хліба з пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології. 2024. Т. 26, № 101. С. 41–47. DOI: 10.32718/nvlvet-f10107.
 23. Karpyk H., Vichko O., Marchyshyn S., Slobodianiuk L., Budniak L., Shved O. The influence of the extract from the flowers on the Tagetes patula on the consumer properties of the buns products. Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal, 2024. (4), P.156–164. (<https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-4-156>)
 24. Yue Xu, Qiyao Zhao, Yida Xu, Xiudan Wei, Xueming Xu, Dan Xu, The mechanism of low temperature enhances dough aromas during fermentation by Pichia kudriavzevii: Sugar and amino acid metabolism, acid utilization and alcohol production, Food Bioscience, Volume 59, 2024, 104187, ISSN 2212-4292, [/doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104187](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104187)
 25. Zion Market Research. *Frozen Bakery Products Market by Type & Forecast 2024–2032*. Zion Market Research, 2024. URL: <https://www.zionmarketresearch.com/news/frozen-bakery-products-market> (date of access: 08.12.2025).
 26. Dou X., Lv M., Ren X., He Y., Liu L., Zhang G., Sun Y., Zhang N., Chen F., Yang C-hua. Test conditions of texture profile analysis for frozen dough // *Italian Journal of Food Science*. — 2023. — Vol. 35, No. 4, pp. 58–68. DOI: 10.15586/ijfs.v35i4.2401

- 27.Liu M., Ma H., Liang Y., Sun L., Li J., Dang W., Li L., Zheng X., Lv Q., Zhang X. Effect of multiple freezing/thawing cycles on the physicochemical properties and structural characteristics of starch from wheat flours with different gluten strength // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2022. Vol. 194. P. 619–625. ISSN 0141-8130. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.11.105.
- 28.Carboni A. D., Gómez-Zavaglia A., Puppo M. C., Salinas M. V. Effect of freezing wheat dough enriched with calcium salts with/without inulin on bread quality // *Foods*. — 2022. — Vol. 11, No. 13, Article 1866. DOI: 10.3390/foods11131866.
- 29.Ozulku G. Monitoring the dough properties, quality characteristics and volatile compounds of whole-wheat bread made by different sourdough types during frozen storage // *Foods*. — 2024. — Vol. 13, No. 9, Article 1388. DOI: 10.3390/foods13091388.
- 30.Zion Market Research. *Frozen Bakery Products Market by Type & Forecast 2024–2032*. Zion Market Research, 2024. URL: <https://www.zionmarketresearch.com/news/frozen-bakery-products-market> (date of access: 08.12.2025).
- 31.IndustryResearch.biz. *Frozen Bakery Products Market 2024–2030*. IndustryResearch.biz, 2024. URL: <https://www.industryresearch.biz/market-reports/frozen-bakery-products-market-110886> (date of access: 08.12.2025).
- 32.Louzada M.L.C., Martins A.P.B., Canella D.S., Baraldi L.G., Levy R.B., Claro R.M., Moubarac J.-C., Cannon G., Monteiro C.A. Impact of ultra-processed foods on micronutrient content in the Brazilian diet. *Revista de Saúde Pública*. 2015; 49:45. doi:10.1590/S0034-8910.2015049006211
- 33.Grand View Research. *Dietary Supplements Market (2025-2033) Size, Share & Trends Analysis Report*. 2025.
- 34.Nutritional and health promoting properties of traditional regional foods: Harnessing omics techniques for microbial and metabolite identification. *Food Research International*. 2025. DOI: 10.1016/j.foodres.2025.114211.

35. Saddique M.S., et al. Physicochemical, Rheological and Sensory Evaluation of Bread Supplemented with Herbal Powders. *Foods*. 2024;13(4):555. DOI: 10.3390/foods13040555.
36. Purkiewicz A., Hazan-Gul F., Pietrzak-Fiećko R. The Utilization of Vegetable Powders for Bread Enrichment — The Effect on the Content of Selected Minerals, Total Phenolic and Flavonoid Content, and the Coverage of Daily Requirements in the Human Diet. *Applied Sciences*. 2024;14(21):10022. DOI: 10.3390/app142110022
37. Kostyuchenko, Marina & Kolotova, Natalia & Tyurina, I.A. & Golubko, Natalia & Tyurina, Olga. (2023). Effect of long, low-temperature fermentation on properties of dough and quality of rich bakery products made from wheat flour. *BIO Web of Conferences*. 64. DOI: 10.1051/bioconf/20236401011.
38. Islam MA, Islam S. Sourdough Bread Quality: Facts and Factors. *Foods*. 2024 Jul 4;13(13):2132. doi: 10.3390/foods13132132. PMID: 38998638; PMCID: PMC11241011.
39. Zhang, Y., Li, X., & Wang, R. Effects of long-time low-temperature fermentation on yeast activity and dough properties. *Journal of Cereal Science*, 2022, 105: 103456.
doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103456
40. Garcia-Gomez P., Bonilla F., Arendt E.K. Refrigerated storage of sourdough: impact on lactic acid bacteria viability and yeast activity. *Food Research International*. 2023; 170:112992. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.112992.
41. ДСТУ 4583:2006. Хліб і хлібобулочні вироби. Загальні технічні умови.
42. ДСТУ 4138:2002. Борошно пшеничне. Технічні умови.
43. Cauvain S. P., Young L. S. *Technology of breadmaking*. – 3rd ed. – Cham: Springer International Publishing, 2015. – 408 p. – DOI: 10.1007/978-3-319-14687-4
44. Poutanen K., Flander L., Katina K. *Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective // Food Microbiology*. – 2009. – Vol. 26, No. 7. – P. 693–699. – DOI: 10.1016/j.fm.2009.06.002

45. Le-Bail A., Roussel P., Della Valle G. *Frozen dough and partially baked bread technologies* // *Trends in Food Science & Technology*. – 2011. – Vol. 22, No. 7. – P. 356–364. – DOI: 10.1016/j.tifs.2011.03.006
46. <https://www.mohn-gmbh.com/en/products/process-technology/stainless-steel-container.html>
47. Закон України «Про охорону праці» : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII (зі змін. і допов.). Офіційний вісник України.
48. Кодекс законів про працю України : Закон України від 10.12.1971 № 322-VIII (зі змін. і допов.). Відомості Верховної Ради України.
49. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. Чинний від 2005 р.
50. ГОСТ 12.4.028-76. Система стандартов безопасности труда. Респираторы. Общие технические требования. Чинний.
51. ДСТУ EN ISO 13688:2016. Одяг захисний. Загальні вимоги. Чинний від 2016 р.
52. Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці : Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 № 442. Офіційний вісник України.
53. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Чинний від 2017 р.
54. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Чинна редакція.
55. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. Чинний від 2015 р.
56. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI (зі змін. і допов.). Відомості Верховної Ради України.
57. Тернопільська міська територіальна громада : офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ternopilcity.gov.ua> (дата звернення: 15.12.2025).
58. Тернопіль // Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Тернопіль> (дата звернення: 15.12.2025).

59. Норми споживання основних продуктів харчування населення України [Електронний ресурс] // Index Copernicus Journals. – Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com> (дата звернення: 15.12.2025).
60. Навольська Н. В. Дослідження ринку хліба і хлібобулочних виробів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.wunu.edu.ua> (дата звернення: 15.12.2025).
61. ТОВ «Тернопільхлібпром» : реєстраційні дані [Електронний ресурс] // Opendatabot. – Режим доступу: <https://opendatabot.ua> (дата звернення: 15.12.2025).
62. ТОВ «Тернопільхлібпром» : довідка підприємства [Електронний ресурс] // Тернопільська обласна бібліотека. – Режим доступу: <https://library.te.ua> (дата звернення: 15.12.2025).
63. Надзбруччя Хліб : офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://n-hlib.com.ua> (дата звернення: 15.12.2025).
64. Технологія хлібопекарського виробництва : навч. посіб. – Київ : НУХТ, 2020.
65. Phytoadditional supplements phyto-suppliances with bioactive phyto-extracts in food biotechnology. Shved Olha Vasylivna, Vichko Olena Ivanivna, Hubrii Zoriana Vasylivna, Karpyk Halyna Viktorivna. MONOGRAPH Wissenschaft und Bildung als Basis fur die Modernisierung der Weltordnung: Innovative Technologien, Informatik, Sicherheitssysteme, Physik und Mathematik. – (Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft» Karlsruhe: Scientific World-Net Akhat AV, Monographic series «European Science». Book 39. Part 2. 2025. 133p. (P.85-115; P.126-132)
66. Патент на корисну модель №160929. СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ПШЕНИЧНОГО. Номер заявки: u202500940. Дата подання заявки: 04.03.2025. Дата, з якої є чинними права: 22.10.2025. МПК: A21D13/06, A21D2/36. Винахідник: Карпик Галина Вікторівна, Вічко Олена Іванівна. Власник: ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ. Бюл. № 43/2025.

67. Biosafety and Biosafety of Health and the Environment on the Basis of Information Technologies. Vasylyuk, S., Shved, O., Hubrii, Z., Vichko, O., Shved, O. CEUR Workshop Proceedings. 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2022 Ternopil 22- 24 November 2022. Том 3309, с. 109-116
68. Кухтин М. Д. Оцінка закваски спонтанного бродіння з вмістом базилю в технології виробництва житньо-пшеничного хліба / М.Д.Кухтин, Х.Ю.Кравченко, В.Р.Сельський, О.С.Покотило, О.І.Вічко, Н.Г. Копчак, Н.Б. Хмеляр // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Харчові технології, 2022, т 24, No 97, С.14-19.

Перелік обладнання апаратно-технологічної схеми приготування хліба «Хліб із споришем»

№	Назва обладнання	Марка машини	Продуктивність	Габаритні розміри
1	Борошно 2 с в мішках	-	-	-
2	Мішкорозтарювач	МР-1000	до 1000 кг/год	1100 × 750 × 1000 мм
3	Конвеєр шнековий	-	-	-
4	Просіювач	Технік ПТ-1500	1500 кг/год	1200 × 600 × 1300 мм
5	Дозатор шнековий	-	-	-
6	Силос для борошна 1 с	Технік 5 кубів	Місткість 2,5 т борошна	2800 × 1800 × 1800 мм
7	Конвеєр шнековий	-	-	-
8	Просіювач	Технік ПТ-1500	1500 кг/год	1200 × 600 × 1300 мм
9	Дозатор шнековий	-	-	-
11	Бункер дозатор для гарячої води			
12	Бункер дозатор для холодної води			
13	Змішувач – дозатор води			
14	Бункер дозатор для сольового розчину			
15	Бункер дозатор для олії			
16	Бункер дозатор для дріжджової суспензії			
17	Змішувач – дозатор для рідких речовин			
19	Відкатна діжа			
20	Тістоміс	ХТМ-330	~500–700 кг/год (залежно від рецептури)	1800 × 1300 × 1700 мм
21	Тістоділильна машина	ХДМ-2	1200–2400 порцій/год	1350 × 700 × 1450 мм
22	Шафа для відстоювання тістових заготовок	ПВШ-1	600–900 тістових заготовок/год	1500 × 1200 × 2200 мм
23	Подова піч	WACHTEL INFRA CE	72 кг/год	2100 × 2200 × 2200 мм
24	Вагонетки	ТВ-12ПР	Місткість 40-60 хлібин	800 × 1000 × 1800 мм
25				

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ХАРЧОВОЇ НАУКИ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

Збірник тез доповідей
VIII Міжнародної науково-технічної конференції
присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової
біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя
25 - 26 вересня 2025 року



Тернопіль
2025

УДК 664.661

Н. В. Смолій, магістр, О. І. Вічко, канд. техн. наук, доцент, Г. В. Карпик, канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

POLYGONUM AVICULARE L. ТА ЗАКВАСКА ЯК ФАКТОРИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

**N. V. Smolii, master, O. I. Vichko, Ph.D.; Assoc. Prof., G. V. Karpyk Ph.D.; Assoc. Prof.
POLYGONUM AVICULARE L. AND SOURDER AS FACTORS FOR INCREASING
THE NUTRITIVE VALUE OF WHEAT BREAD**

Хліб із давніх часів займає ключове місце у харчуванні людини. Він виконує не лише роль основного джерела енергії, а й має культурне та соціальне значення.

Останніми роками значна кількість наукових досліджень була присвячена хлібу на заквасці. Встановлено, що молочнокисле бродіння покращує біодоступність мікроелементів, знижує вміст антинутриєтивних речовин і позитивно впливає на глікемічний відгук організму. Це дозволяє розглядати хліб не лише як традиційний продукт, а й як перспективний приклад функціонального харчування.

Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між технологічними етапами виготовлення пшеничного хліба з суміші борошна I та II сортів та науково підтвердженими перевагами використання закваски. Додатково розглядається можливість розширення рецептури шляхом внесення порошку з трави споришу (*Polygonum aviculare* L.) як природного джерела біологічно активних речовин. Використання пшеничного борошна вищого виходу забезпечує хліб харчовими волокнами, а введення порошку трави споришу збагачує флавоноїдами, органічними кислотами, комплексом полісахаридів. Кисле середовище, яке утворюється у процесі виведення закваски внаслідок активного розмноження молочнокислих бактерій, сприяє гідролізу фітинової кислоти, що підвищує біодоступність мінералів оболонкових частин зерна. Ці фактори потенційно підсилюють антиоксидантні властивості хліба та надають йому додаткової цінності. Трава споришу традиційно застосовується в медицині для лікування гастриту, сечокам'яної хвороби, виводить надлишок іонів натрію і хлору, ефективна для лікування залізодефіцитної анемії, проявляє протизапальну й антиоксидантну дію. Наявність біоактивних речовин зі споришу у кислому борошняному середовищі може сприяти їхній кращій стабільності та біодоступності. Слід відмітити, що висока температура під час випікання хліба не перешкоджає збереженню антиоксидантних властивостей поліфенолів.

Таким чином, застосування закваски у поєднанні з додаванням порошку споришу створює продукт із комплексними функціональними властивостями: покращене засвоєння мінералів завдяки зниженню вмісту фітинової кислоти; підвищений вміст клітковини, антиоксидантів і вітамінів; зниження глікемічного індексу. Тому модифікований пшеничний хліб можна віднести до перспективних зразків функціональних хлібобулочних виробів, що поєднують традиційні технології й сучасні підходи до збагачення харчових продуктів.

Література

1. Graça C., Raymundo A., Sousa I. Sourdough Fermentation as a Tool to Improve the Nutritional and Health-Promoting Properties of Its Derived-Products. *Fermentation*. 2021. Vol. 7, № 4. P. 246.
2. Карпик Г.В., Вічко О.І., Копчак Н.Г., Швед О.В. Особливості виробництва булочних виробів з *Rheum* L. *Хліб, технологія речовин та їх застосування. Харчові технології*. Видавництво Львівської політехніки, Випуск 2, № 5, 2022. С.136-141.



СЕРТИФІКАТ

учасника

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

«Стан і перспективи
харчової науки та промисловості»

присвяченої 30-річчю заснування кафедри харчової біотехнології і хімії
ТНТУ імені Івана Пулюя

(12 годин – 0,4 кредиту ECTS)

Смолій Н.В.

проф. Павло МАРУЩАК

Заступник Голови програмного комітету,
проректор з наукової роботи ТНТУ

проф. Микола КУХТИН

Голова організаційного комітету,
завідувач кафедри ХБ

СЕРТИФІКАТ № **03338** ТЕРНОПІЛЬ, УКРАЇНА

25 – 26 вересня
2025 року