

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Використання бананового борошна у виробництві здобних
виробів, із проєктуванням хлібопекарського цеху

Виконала: студентка II курсу, групи МХмд-61
спеціальності

181 Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Кошеляк К.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Кухтин М.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Деркач А.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2025

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)
« »
2025 р.

Микола КУХТИН

(ім'я, прізвище)
2025 р.

1. Тема роботи Використання бананового борошна у виробництві здобних виробів, із проектуванням хлібопекарського цеху

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)
План цеху – 1 л.
Поздовжній розріз – 1 л.
Поперечний переріз – 1 л.
Апаратурно-технологічні схеми виробництва – 2 л.
Аркуші науково-дослідної роботи – 2 л.

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)

Кошелюк К.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравченко Х.Ю.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена удосконаленню технології здобних виробів з використанням бананового борошна. Проаналізовано сучасний стан наукових досліджень, присвячених властивостям бананового борошна, його хімічному складу та технологічному впливу у виробництві борошняних виробів. Особливу увагу приділено міжнародному досвіду застосування цього виду сировини у хлібопекарській і кондитерській галузях, а також перспективам упровадження нової продукції на українському ринку.

Додавання бананового борошна призводить до підвищення харчової цінності готових виробів, структури виробу, уповільнення процесів черствіння.

Дослідження свідчать, що дані розроблені вироби можуть бути рекомендовані для впровадження на підприємствах хлібопекарської промисловості, крафтових виробів, міні-пекарнях та пропонуються до вживання усім прошаркам населення, а також можуть використовуватись у лікувальному, профілактичному харчуванні людей.

Ключові слова: функціональні продукти, бананове борошно, здобні вироби, клітковина, харчова цінність.

ANOTATION

The work is devoted to improving the technology of butter products using banana flour. The current state of scientific research devoted to the properties of banana flour, its chemical composition and technological influence in the production of flour products is analyzed. Special attention is paid to the international experience of using this type of raw material in the bakery and confectionery industries, as well as to the prospects for the introduction of new products on the Ukrainian market.

The addition of banana flour leads to an increase in the nutritional value of finished products, the structure of the product, and slowing down the aging process.

Research shows that these developed products can be recommended for implementation at enterprises of the bakery industry, craft products, mini-bakeries and are offered for use by all layers of the population, and can also be used in therapeutic and preventive nutrition of people.

Key words: functional products, banana flour, dairy products, fiber, nutritional value.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	10
1.1. Аналітичний огляд літературних джерел.....	10
1.1.1. Значення хлібобулочних виробів у раціоні харчування населення....	10
1.1.2. Сучасні тенденції у використанні нетрадиційних видів борошна.....	12
1.1.3. Характеристика бананового борошна.....	14
1.1.4. Застосування бананового борошна у хлібопекарстві.....	20
1.1.5. Закордонний та вітчизняний досвід використання бананового борошна.....	23
1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.....	26
1.3. Результати досліджень.....	26
1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та визначення її властивостей.....	26
1.3.2. Вивчення впливу збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів.....	30
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	35
2.1. Характеристика місця розташування.....	35
2.2. Характеристика сировинної зони.....	37
2.3. Обґрунтування асортименту продукції.....	38
2.4. Характеристика каналів реалізації.....	39
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	41
3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту	41
3.1.1. Вихідні дані.....	41
3.1.2. Розрахунок продуктивності печей.....	43
3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур.....	46
3.1.4. Розрахунок виходу виробів.....	51
3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів	58
3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва.....	62

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроектованого асортименту.....	62
3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроектованого асортименту....	64
3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроектованого асортименту.....	67
3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроектованого асортименту.....	69
3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання.....	69
3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання.....	74
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	82
4.1. Охорона праці.....	82
4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	85
ВИСНОВКИ.....	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	90
ДОДАТКИ.....	101

ВСТУП

Хлібопекарська галузь посідає провідне місце в харчовій промисловості України і забезпечує населення різними видами хлібобулочних та здобних виробів. У пекарській промисловості існує великий асортимент випічки для задоволення потреб споживача. Збільшення кількості людей, що страждають від ожиріння, діабету, целакії з кожним роком збільшується, через це зростає попит на продукти харчування з високим вмістом клітковини, низьким глікемічним індексом, зі зниженою калорійністю та збільшеним вмістом вітамінів та мінералів. З цим пов'язаний пошук нових видів сировини, здатних покращити функціонально-технологічні властивості готових виробів.

Одним із перспективних напрямків є використання бананового борошна у здобних виробках, яке багате на резистентний крохмаль, вітамін В, антиоксиданти та мінерали, такі як магній та калій. Його введення до рецептур здобних виробів позитивно впливає на структурно-механічні властивості тіста, вологоутримуючу здатність, термін зберігання та органолептичні характеристики. Також використання бананового борошна відповідає сучасному запиту споживачів на продукти з натуральними компонентами, підвищеною біологічною цінністю та покращеним вітамінізованим складом. Бананове борошно легко засвоюється та підходить для використання в їжі для дітей, хворих та людей похилого віку.

Впровадження бананового борошна у виробництво здобних виробів відкриває значні перспективи для розвитку харчової промисловості. Такий підхід не лише відповідає сучасним тенденціям здорового харчування, але й сприяє популяризації органічного способу життя, розвитку локальної економіки та посиленню екологічної безпеки. Завдяки високим стандартам якості та багатому хімічному складу бананового борошна, його застосування може стати ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності українських продуктів на міжнародному ринку.

Сучасний ринок висуває нові вимоги до продуктів харчування, серед яких провідними є користь для здоров'я, екологічність і інноваційність. Використання бананового борошна представляє перспективний напрямок, який поєднує всі ці аспекти.

З огляду на актуальність забезпечення населення якісними та функціональними продуктами харчування, дослідження властивостей бананового борошна та його впливу на якість хлібобулочних виробів є важливим завданням. Воно сприятиме розвитку інновацій у хлібопекарській промисловості та підвищенню рівня здоров'я споживачів.

Актуальність теми зумовлена потребою в інноваційних видах здобної продукції, оптимізації рецептур із використанням альтернативної сировини та впровадженні технологічних рішень, що забезпечують ефективну організацію виробництва. Особливо важливим є комплексний підхід, який включає не лише вивчення впливу бананового борошна на властивості тіста та якість виробів, а й проєктування сучасного цеху з урахуванням відповідних вимог.

Метою даної роботи є обґрунтувати ефективність використання бананового борошна у виробництві здобних виробів, розробити проєкт створення хлібопекарського цеху, що забезпечить виробництво здобної продукції високої якості з новими реологічними, органолептичними показниками.

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістра результати досліджень були опубліковані в матеріалах міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості».

Кваліфікаційна робота на тему: Використання бананового борошна у виробництві здобних виробів, із проєктуванням хлібопекарського цеху. Робота включає чотири розділи, перелік посилань із 101 позиції, графічну частину та додатки. Загальний обсяг становить 106 сторінок, у тексті подано 54 формули, 23 таблиці та 9 рисунків.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

1.1.1. Значення хлібобулочних виробів у раціоні харчування населення

Промисловість харчового виробництва є важливою частиною економіки нашої країни. Ця галузь забезпечує постачання та виробництво якісної продукції, що задовільняють потреби людей. Вироби хлібобулочні – займають провідне місце серед товарів щоденного вживання.

Хлібобулочні вироби представлені на ринку різних розмірів, форм, кольорів, текстур, смаків і ароматів, їх можна класифікувати за рецептурою (кількість цукру або вид розпушувача), рівнем рН та вологістю або здатністю утримувати воду. Прикладами різних типів хлібобулочних виробів є несолодкі, солодкі, вироби з начинкою, вироби що збільшуються в об'ємі за допомогою дріжджів або хімічних реагентів, бездріжджові, з високою, низькою та безкислотою або лужною реакцією [1].

Хлібобулочні вироби вирізняються хорошими якість для споживача, що формуються завдяки їхньому хімічному складу, енергетичній цінності та здатності організму засвоювати поживні елементи [2].

Як харчовий продукт, хлібобулочні вироби повинні забезпечувати організм не лише енергією, але білками, жирами, вуглеводами і біологічно активними сполуками. Наявність білків і вітамінів допомагають зміцнювати імунну систему. Харчова цінність показує корисність продуктів, через те, що покриває фізіологічні потреби організму в енергії, основних макро- та мікроелементах і сприяє їх засвоюваності і залежить від сорту борошна та рецептурних компонентів [3].

Хлібобулочні вироби є джерелом поживних речовин для людини: вони покривають 40–45% потреби у вуглеводах (зокрема 15% у цукрах та 50–60% у харчових волокнах), 30–35% у білках (з яких 80–82% — рослинного походження) та 8–12% у жирах. Так як вироби містять неперетравлювані

компоненти, такі як клітковина та геміцелюлоза, то засвоюваність організмом не є повною. Також ступінь засвоєння окремих речовин (крохмалю, білків, жирів) залежить від багатьох чинників. Як правило, продукти з борошна вищих сортів засвоюються краще, оскільки вони містять менше клітковини та мають вищу пористість. Окрім того, важливу роль відіграють смак, зовнішній вигляд та пориста структура, що сприяє кращому просочуванню травними соками і засвоєнню їжі. Хлібобулочні вироби забезпечують 30–35% енергетичних потреб людини. Енергетична цінність житнього хліба становить 180–220 ккал, а пшеничного — 230–250 ккал на 100 г. Найвищу енергетичну цінність мають здобні вироби, сухарі та сушки, оскільки в них менше вологи, яка становить 32–32% і більше поживних речовин [4].

Ефективним джерелом енергії харчових продуктів є жири, які є будівельним матеріалом для ліпідних структур, в яких проходить біосинтез. Потреби організму в ненасичених жирних кислотах забезпечуються на 40-50% завдяки хлібним виробам.

Також хлібобулочні вироби містять вітаміни групи В, а саме: тіамін (B_1), рибофлавін (B_2) (в недостатній кількості), ніацин (РР) [5]. На основі даних можна зробити висновок, що білки організмом засвоюються не повністю, але поряд з вуглеводами засвоюються краще із сортового борошна, ніж з обойного, а найвищу калорійність мають здобні вироби, тому що містять велику кількість жиру і цукру.

Звичайне споживання хлібобулочних виробів має також певні недоліки, які пов'язані з високим вмістом простих цукрів швидкого засвоєння, високим вмістом жиру та низькою кількістю харчових волокон, що робить їх висококалорійними. Крім того, прості цукри, які швидко засвоюються можуть викликати глікемічні піки, а надлишок цукру швидко перетворюється на жир в організмі [6,7,8], можуть бути факторами ризику розвитку захворювань, таких як діабет, серцево-судинні захворювання та деякі види раку. Останнім часом зростає інтерес до заміни сахарози альтернативними речовинами, такими як

низькокалорійні підсолоджувачі (сукралоза, мальтит, стевія), у хлібобулочних виробках [9,10]. Підвищений інтерес споживачів до здоровішої та смачнішої їжі спонукає харчову промисловість розробляти нові хлібобулочні вироби [11].

1.1.2. Сучасні тенденції у використанні нетрадиційних видів борошна

Зростаючий попит на хлібобулочні вироби з харчовими та функціональними аспектами спонукає до пошуку альтернатив традиційному пшеничному борошну. Однак використання альтернативного борошна передбачає значні зміни не тільки в текстурі та смаку кінцевих продуктів, але й у їхніх фізико-хімічних властивостях. Тому має бути розуміння наслідків цих заміन для якості харчування [12].

Альтернативне борошно отримують з рослинних джерел, які відрізняються від традиційної сфери застосування хлібопекарської промисловості. Прикладами є амарантове борошно, отримане з високопоживного зерна, і борошно кіноа, яке багате на білки з високою біологічною цінністю. На додаток до них, існують також альтернативні види борошна з рису, банана, ячменю, гороху, чіа та інші. Такі види борошна мають особливі характеристики, такі як наявність незамінних амінокислот і біологічно активних сполук, що надає йому відмінності від традиційного використання пшеничного борошна [13]. Наприклад, амарантове борошно багате білками, особливо наявністю амінокислот лізину і метіоніну в значних кількостях. Крім того, це чудове джерело харчових волокон, вітамінів групи В і необхідних мінералів, таких як залізо, кальцій і магній. З іншого боку, борошно амаранту, як і борошно кіноа, містить збалансований склад незамінних амінокислот та є важливим джерелом омега-3 і омега-6 жирних кислот [14].

Включення альтернативних видів борошна в рецептуру збагачує поживними речовинами хлібобулочні вироби. Додавання цих видів борошна сприяє значному збільшенню вмісту білка і харчових волокон в кінцевих продуктах. Крім того, наявність мінералів, таких як залізо та кальцій, а також

вітамінів В-комплексу посилюється, що сприяє надходженню необхідних поживних речовин [15].

Додавання альтернативних видів борошна у виробництво хлібобулочних виробів є інновацією, яка призвела до значних змін у органолептичних та фізико-хімічних показниках кінцевих продуктів.

При включенні альтернативних видів борошна спостерігається помітна зміна текстури хлібобулочних виробів. Наукові дослідження показують, що часткова або повна заміна звичайного пшеничного борошна альтернативами, такими як амарант або борошно кіноа, призводить до більш щільної текстури та менш вираженої міграції вологи в процесі випічки [16].

Наприклад, амарантове борошно визнано за свій характерний, злегка землистий і горіховий смак, який може надати виразну нотку кінцевому продукту. Подібним чином борошно кіноа має тонкий горіховий смак з трав'янистими нотками. Розуміння цих модифікацій має важливе значення для коригування, яке спрямоване на оптимізацію сприйняття споживачами [17].

Заміна звичайного борошна альтернативним також викликає варіації фізико-хімічних властивостей кінцевих продуктів. Дослідження показують, що включення нетрадиційного зернового борошна призводить до значного збільшення вмісту білка та клітковини, що сприяє покращенню харчових цінностей продуктів.

Через зростання попиту в Африці на пшеничне борошно постала серйозна проблема пошуку місцевих замінників. Деякі зернові культури були успішно використані для цієї мети, зростав інтерес до фруктів, багатих на харчові волокна, що асоціюється з корисними для здоров'я властивостями. Вживання продуктів з високим вмістом харчових волокон використовується у профілактиці та лікуванні хронічних захворювань, таких як серцево-судинні захворювання, діабет і рак товстої кишки [18].

Банан є основною продовольчою культурою для мільйонів людей у країнах, що розвиваються, і широко вирощується в тропічних та субтропічних

регіонах. Кілька досліджень показали успішне використання борошна із зеленого банана для приготування різноманітних інноваційних продуктів, таких як хліб із високим вмістом волокон, печиво з повільним засвоєнням, паста з підвищеною часткою неперетравлюваних компонентів [19,20,21,22]. Це пов'язано з високим вмістом крохмалю – 73,4% , харчових волокон – 14,5 % та резистентного крохмалю – 17,5 %, які значно високі в крохмалистих кулінарних бананах.

Зазвичай певний відсоток бананового борошна додають до пшеничного, оскільки воно не містить глютену, а високий вміст глютену в пшеничному борошні є важливою властивістю більшості хлібобулочних виробів. Альтернативи пшеничному борошну набирають все більшої популярності, оскільки вони не містять глютену, який є основним у випічці, а це є особливою вимогою для людей з непереносимістю глютену та целиацією. Передбачається, що додавання цільного борошна з нових гібридів банана до харчових продуктів покращить рівень поживних речовин, особливо мінералів, оскільки повідомлялось, що ці сорти містять вищий рівень мінералів [23]. Високий вміст крохмалю та функціональні властивості борошна з зеленого банана Cardaba роблять його джерелом харчового крохмалю та потенційним джерелом борошна для булочних виробів [24]. Цінною властивістю бананового борошна є те, що воно може зберігатися без будь яких змін у своєму складі приблизно 1 рік [25].

1.1.3 Характеристика бананового борошна

Банан є широко культивованою і споживаною фруктову культурою в тропічному і субтропічному регіоні. Середнє споживання бананів становить 12 кг на душу населення, що робить його провідною культурою у світі після рису, пшениці та кукурудзи. Світове виробництво бананів неухильно зростає протягом останніх 20 років. Банани переважно виробляють в Азії, Латинській Америці та Африці (Рис. 1.1.). Одними з провідних виробників бананів є Індія, за нею йдуть Китай, Індонезія, Бразилія та Еквадор [26].

Бананові рослини відносяться до сімейства мусоцвітих. Бананові рослини походять від трьох родів *Musa*, *Ensete* і *Musella*, але *Musa* є універсальним та включає кілька видів [27].



Рисунок 1.1. Банани виду *Musa*.

Враховуючи, що банан є важливою культурою в усьому світі, на плантації накопичується тонни залишків після кожного сезону збору врожаю та під час переробки для отримання бананової м'якоті. Залишки можуть включати листя, псевдостебло, стебло та суцвіття, але 35–50% загальної маси плоду становить бананова шкірка [28], яку зазвичай викидають не переробляючи.

Шкірка банана містить багато харчових волокон і фенольних сполук, а також має високу антиоксидантну, антибактеріальну та антибіотичну активність. Також вона багата на поліненасичені жирні кислоти: лінолева кислота (Омега-6) і α -ліноленова кислота (Омега-3), на частку яких припадає понад 40% від загальної кількості жирних кислот, її можна розглядати як хороше джерело амінокислот [29,30].

М'якоть банана є багатим джерелом необхідних фітонутрієнтів, включаючи фенольні сполуки та вітаміни (В₃, В₆, В₁₂, С та Е). Вона також містить каротиноїди, флавоноїди, амінні сполуки та дієтичні волокна. Дієтичні волокна є неперетравлюваними полімерними вуглеводами, які класифікуються за їхньою водорозчинністю на два типи: розчинні волокна (пектин та деякі геміцелюлози) та нерозчинні волокна (целюлоза, лігнін та резистентний крохмаль) [31]. Загалом

досліджено, що бананова шкірка містить більше дієтичних волокон, ніж м'якоть банана [32]. Кілька досліджень повідомляли про використання борошна з бананової шкірки як джерела функціональної їжі [33,34,35,36].

Через біологічні особливості банан швидко псується і потребує сушіння під час обробки для тривалішого зберігання. Етапи попередньої обробки для приготування бананового борошна наведені на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2. Етапи попередньої обробки бананового борошна.

Спочатку вибирають сировину (банани), потім з них знімають шкірку. Далі проходить процес промивання з допомогою дистильованої води.

Щоб мінімізувати ферментативне потемніння, на етапі замочування використовують розчин метабісульфіту натрію, гіпохлориту натрію або лимонної кислоти, це є наступним кроком після промивання бананів водою.

М'якоть нарізають слайсами діаметром 1,5-2,5 мм, а бананову шкірку – 1-2 см. Багато дослідників застосовували сушіння в сушильній шафі для бананів [37,38,39,40,36], також використовують сушіння в ложі з виливом [41] та ліофілізацію [36]. Використання газоструменевої сушарки для виробництва бананового борошна забезпечило високий вміст харчових волокон та резистентного крохмалю в середньому 21,91% та 68,02% відповідно [41].

Для процесу подрібнення використовують подрібнювач, потім іде процес просіювання. Частинки борошна можуть бути різних розмірів: дрібні – 80 мкм, середні – 30-156 мкм, великі – 156-200 мкм. Розмір цих просіяних частинок може

впливати на склад виробленого бананового борошна. На заключному етапі обробки бананового борошна його зберігають у морозильній камері, холодильнику чи при кімнатній температурі.

Порівняльний аналіз складу борошна пшеничного вищого гатунку та бананового борошна наведено у табл.1.1.

Таблиця 1.1. Аналіз хімічного складу борошна пшеничного вищого гатунку [42] та бананового борошна [43].

Найменування речовини	Пшеничне борошно вищого гатунку (на 100 г)	Бананове борошно (на 100 г)
Вуглеводи	70,6 г	88 г
Клітковина	2-2,7 г	6-7 г
Білки	10,3 г	3,9 г
Жири	1,1 г	1,2 г
Крохмаль	68,5 г	70-80 г
Вітамін С	0 мг	8,7 мг
Вітамін В ₆	0,03 мг	0,37 мг
Калій	122 мг	358 мг
Магній	16 мг	27 мг
Кальцій	18 мг	5 мг
Фосфор	86 мг	22 мг
Залізо	1,2 мг	0,26 мг
Калорійність	334 кКал	346 кКал
Глютен	10-12 г	Відсутній
Глікемічний індекс	Високий (85-95)	Низький (41-55)
Антиоксиданти	Відсутні	Присутні
Солодкість	Відсутня	Присутня

Проаналізувавши дану таблицю можна зробити висновок проте, що бананове борошно є багатим на вітаміни групи В, вітамін С, калій, магній.

Використання бананового борошна має певні переваги над використанням традиційного пшеничного борошна, а саме:

- ✓ При використанні бананового борошна знижується кількість глютену у випечених виробах, що є незамінним у безглютенових виробах;
- ✓ Маючи природну солодкість бананове борошно може частково замінити цукор, що знижуючи рівень цукру та калорійність у продуктах;
- ✓ Бананове борошно містить фенольні сполуки, які є хорошими антиоксидантами.
- ✓ Використання бананового борошна у випіканні підвищує рівень клітковини і в загальному рівень харчової цінності продуктів.



Рисунок 1.3. Бананове борошно

На основі досліджень [44] можна зробити висновок, що бананове борошно має найбільший вміст відновлювальних цукрів, загальних цукрів, невідновлювальних цукрів, аскорбінової кислоти та калію порівняно з сортами борошна пшеничного, сорго, пшоняного.

Резистентний крохмаль так як харчові волокна не засвоюється в тонкому кишківнику людини, а ферментується у товстому. Резистентний крохмаль міститься у банановому порошку, який виготовляється із зелених, жовтих бананів, або їх шкірки. Регулювання рівня цукру в крові після їжі, контроль ваги проходить з допомогою резистентного крохмалю, який повільно засвоюється або не перетравлюється. Також резистентний крохмаль знижує глікемічний індекс

продуктів. Ще один із плюсів резистентного крохмалю є те, що він діє як пребіотик, який в товстому кишківнику живить корисні бактерії. При ферментації даного крохмалю бактерії виробляють жирні кислоти, які сприяють здоров'ю кишківника та запобігають запальним процесам. Завдяки своїй структурі резистентний крохмаль сприяє нормалізації роботи кишківника та запобігає запорам. Отже, завдячуючи своїй структурі резистентний крохмаль полегшує проходження їжі через травний тракт, через що покращується перистальтика кишечника. Також в банановому борошні містяться антиоксидантні сполуки: флавоноїди, феноли.

Проводилися дослідження про склад і функціональні властивості бананового борошна при різних стадії дозрівання. Відбувалися багато біохімічних процесів під час дозрівання бананів, що ведуть до різних змін при аналізі бананового борошна. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, про те що:

- ✓ Жир, білок і вологість мали тенденцію до збільшення, на відміну від вуглеводів, сирової клітковини та золи, які зменшувалися в міру дозрівання банана.

- ✓ Найвищий вихід бананового борошна і бананового крохмалю приблизно 40 і 44%, відповідно було отримано з незрілого зеленого банана.

- ✓ Там, де вміст амілози зменшувався, вміст амілопектину підвищувався під час стадії дозрівання. Найвищим був вміст амілози близько 37% отриманий із зеленого банана, а найвищий вміст амілопектину становив близько 83 % у жовто-зеленому банані. Вміст амілози та амілопектину впливає на деякі функціональні властивості крохмалю, такі як розчинність, здатність до набухання та клейкості.

- ✓ Розчинність була вищою, тоді як здатність до набухання була нижчою у крохмалі зеленого банана в порівнянні з крохмалем жовтого-зеленого банана. Крохмаль із зелено-жовтого банану має вищу пікову в'язкість, нижчу кінцеву в'язкість і менший вихід порівняно з крохмалем із зеленого банану [44].

Також згідно дослідження [45] охарактеризовано фізико-функціональні, хімічні, харчові та антиоксидантні властивості борошна з різних сортів зеленого банана (банан Сені, банан Амбул та банан Кавендіш), які широко вирощуються у Шрі-Ланці. Борошно із зеленого банана має хороший потенціал як альтернатива пшеничному борошну та є успішним способом мінімізації втрат після збору врожаю. З даного дослідження можна зробити висновок, що борошно із зеленого банана є чудовим джерелом антиоксидантів та вуглеводів. Дане дослідження показало, що бананове борошно має великий потенціал для використання як функціональний інгредієнт у харчових продуктах, особливо у хлібопекарській промисловості.

1.1.4. Застосування бананового борошна у хлібопекарстві

Завдяки своїм унікальним та специфічним властивостям бананове борошно є перспективним інгредієнтом у харчовій промисловості, а особливо у хлібопекарській. У банановому борошні поєднуються високий вміст поживних речовин, а саме: мінералів, вітамінів та антиоксидантів, що покращують текстуру, термін зберігання і смакові властивості, тому воно є хорошим варіантом для виготовлення функціональних продуктів харчування [46].

Noor та інші дослідили, що з при випіканні хліба з використанням бананового борошна збільшується вміст клітковини, при заміні пшеничного борошна банановим на 30% збільшується вологоутримуюча здатність, але має хліб менший об'єм порівняно з виробом зі 100% вмістом пшеничного борошна. Це пов'язано з відсутністю глютену у першому зразку [47].

Дослідження Ase [48] показали, що хліб випечений на основі бананового борошна має нижчу питому вагу, але більшу щільність, ніж хліб випечений з додаванням борошна з нестиглих яблук.

Результати досліджень [49] Но та інших науковців показали, що приготований хліб із заміною пшеничного борошна на 30% бананового сприяє збільшенню харчових волокон до 9% та резистентного крохмалю до 5%. Однак

несприятливий вплив борошна з банану і доданої клейковини викликає підвищення твердості і клейкості у готовому хлібі. Еластичність, когезивні властивості та жувальна здатність хліба були знижені. Аналізуючи збільшений питомий об'єм у зразках бананового хліба, що містять 8% глютену, дослідники пояснили, це може послабити газотримуючу здатність тіста, що призводить до низької еластичності хліба на заквасці.

У дослідженні [50] розглядалося використання борошна з бананової шкірки як потенційної заміни пшеничного борошна в хлібобулочних виробках. Після заміни пшеничного борошна банановим спостерігалася твердість булочок, липка консистенція, вміст мінералів та кількість клітковини збільшилися [51].

За твердістю, крихкістю, вагою та питомим об'ємом печиво виготовлене з додаванням бананового борошна в кількості 7,5% та 15% не відрізнялося від печива виготовленого зі 100% пшеничного борошна [52].

Предметом іншого дослідження було також печиво з додаванням бананового борошна, яке було тонше, ніж печиво виготовлене без додавання бананового борошна. Коефіцієнт розтікання найвищий був у печиві з додаванням 10% бананового борошна. Зі збільшенням додавання бананового борошна збільшується твердість печива. Оцінюючи печиво за зовнішнім виглядом, то найнижчий бал отримало печиво з додаванням 15% бананового борошна у зв'язку з потемнінням. Також низьку оцінку це печиво отримало при оцінці смаку [53].

Враховуючи сенсорні властивості у дослідженнях [47] повідомлялося, що заміна 30% пшеничного борошна банановим суттєво не впливає на смак та аромат білого хліба, тому він має високу ймовірність хороших продажів як виріб з додатковою функціональною цінністю. Щодо кольору у дослідженнях [54] виявили, що хліб виготовлений з борошна з незрілих бананів має темніший колір, коричневу скоринку та м'якуш, ніж хліб без додавання бананового борошна. Також повідомлялося, що з точки зору смакових якостей даний хліб можливо споживати [48]. При додаванні бананового борошна з м'якоті зелених бананів у

кількості 7% до хліба виявилося, що він не відрізняється від хліба випеченого з пшеничного борошна, але поряд з тим по кольору, запаху, текстурі і смаку мав кращі показники. При використанні бананового борошна у кількості 10% можна свідчити про хороші реологічні властивості у хлібопеченні [55].

При виготовленні печива зі 100% вмістом бананового борошна за зовнішнім виглядом і смаком його оцінили на 80%, при приготуванні печива зі складом 75% бананового борошна і 25% рисового борошна його текстура, зовнішній вигляд та смакові властивості не відрізнялися від печива виготовленого з пшеничного борошна, при цьому рівень сприйняття був 84% [56].

Дослідження [57] випікання печива з різним співвідношенням борошна (рисового, незрілого банану та соєвого) у таких пропорціях найкраще проявило себе співвідношення 50:30:20 та 30:50:20. За своїм смаком, харчовою цінністю та текстурою печиво показало хороші якості.

Були розроблені мафіни гарбузові безглютенові з додаванням різної кількості рисового борошна і борошна із зелених бананів. Найкращу сенсорну оцінку отримали мафіни зі співвідношенням 50:50. Чим більше додавали бананового борошна, тим більша в'язкість тіста для мафінів. Замінюючи пшеничне борошно на безглютенове проходить підвищення кількості вуглеводів, золи та клітковини, але поряд з тим зменшується калорійність, вміст білка та жиру [58].

Один із цікавих досліджень є приготування печива, коли до борошна із зелених бананів додають борошно, яке виробляють із пташиного насіння (канаркове борошно). Так як бананове борошно багате на резистентний крохмаль, що діє як пребіотик, а канаркове борошно багате на ненасичені жирні кислоти, білки та антиоксиданти, то вирішили, що це є хорошим поєднанням. Дане печиво має високий вміст клітковини та поживні властивості, а також відповідає по міркам бразильського законодавства стандартам якості щодо

мікробіологічних показників [59]. Ще було визначено [60], що дане печиво має хороший термін придатності.

Розроблено рецептуру панкейків з поєднанням борошна тефу з борошном зеленого банану. Це поєднання доцільне через велику кількість мінеральних речовин, але малу кількість білків у банановому борошні, а борошно тефу це компенсує [61].

1.1.5 Закордонний та вітчизняний досвід використання бананового борошна

Бананове борошно розглядається в науковій літературі як перспективний функціональний інгредієнт для харчової промисловості через високий вміст резистентного крохмалю, харчових волокон та інших поживних речовин. У світовій практиці воно знаходить застосування в хлібопекарстві, кондитерській промисловості, у виробництві макаронних виробів, безглютенових продуктів, снєків та багато іншого для того, щоб підвищити харчову цінність виробів, покращити їх технологічні властивості та знизити глікемічний індекс.

Бананове борошно у макаронних виробках (пастах).

Враховуючи тенденцію вироблення безглютенових виробів до пшеничного борошна почали додавати інші види борошна, наприклад, бананове. Багато проведено досліджень про вплив бананового борошна на макаронні вироби: втрати під час приготування пасти [62], якість та характеристики варіння [62,63], вплив на процеси травлення [64], темпи засвоюваності [62], колір сирих та варених виробів [65].

Використання у хлібопекарській галузі

Найбільш поширеним напрямом застосування бананового борошна є часткова заміна пшеничного борошна у виробництві хліба. За даними Bashmil заміна 5–15 % пшеничного борошна на борошно із зелених бананів забезпечує підвищення харчової цінності хліба без істотного погіршення об'єму та структури виробу [66,67]. При вищому рівні заміни, а саме 20 % і більше

спостерігається зменшення питомого об'єму хліба та підвищення щільності м'якушки, що потребує додаткового використання поліпшувачів (гідроколоїдів, ферментів, білкових добавок) для стабілізації структури тіста [68].

Застосування у кондитерській промисловості

Бананове борошно ефективно використовується в рецептурах печива, бісквітів, крекерів та інших кондитерських виробів. Часткова заміна пшеничного борошна на бананове (до 25%) [69,70], а також - до 75% у [71] дозволяє збільшити вміст клітковини та резистентного крохмалю у готових виробах суттєво не впливаючи на смак, колір, післясмак готових виробів [69, 72, 40]. Окрім того, печиво з банановим борошном характеризується нижчим глікемічним індексом, що робить його придатним для дієтичного харчування [73].

Безглютенові продукти

Через відсутність глютену бананове борошно є перспективним інгредієнтом для створення безглютенових продуктів, призначених для осіб із целиакією або непереносимістю глютену. Застосування фізично модифікованого бананового борошна у поєднанні з рисовим або тапіоковим борошном сприяє покращенню текстури, еластичності та стабільності структури тіста [74]. Безглютенові хлібці, виготовлені із використанням бананового борошна, мають приємний смак, збалансовану структуру і підвищений вміст харчових волокон.

Використання у виробництві снєків та функціональних продуктів

У виробництві снєків, енергетичних батончиків, дитячих сумішей і сухих концентратів бананове борошно застосовується як джерело резистентного крохмалю, природного загущувача та наповнювача. Поєднуючи бананове борошно з горіхами, сухофруктами або білковими концентратами, що не впливає на смак та аромат готових виробів [75], отримують функціональні продукти з високою енергетичною цінністю та антиоксидантними властивостями [76] для людей похилого віку [77].

У багатьох країнах Латинської Америки, Африки та Південно-Східної Азії бананове борошно поширене у виробництві місцевих снєків (пластівців, чіпсів, батончиків) [78].

Вітчизняні розробки кондитерських виробів показують, що бананове борошно є перспективним компонентом у сумішах із амарантом, борошном тефу, рисом або кукурудзою. Так, у статтях та практичних випробуваннях було доведено можливість створення безглютенових мафінів [61], печива з додаванням бананового борошна (8-10%) [79], кондитерського напівфабрикату, який можна використовувати у кремах, начинці, або як самостійний продукт [80,81] із органолептичними показниками, що задовільняють потреби людини. Ці роботи підтверджують, що бананове борошно є хорошим джерелом резистентного крохмалю, волокон, антиоксидантів, мінеральних речовин та вітамінів у спеціалізованому харчуванні.

Відзначено використання бананового борошна у виробництві желевної продукції, яка відноситься до дитячого харчування. Таке поєднання бананового борошна з молоком і желатином для створення продукту із підвищеною часткою мінеральних речовин, частковою заміною цукру добре себе зарекомендувало [82].

За результатами пошуку патентної інформації, проведеного в межах тематики кваліфікаційної роботи, встановлено, що питання виробництва булочних виробів із додаванням бананового борошна є актуальним та перспективним напрямом.

Пошук патентів в межах України не дав результатів, тому тему виробництва булочних виробів з додаванням обраної збагачувальної сировини можна вважати новітньою та такою, що має наукову і практичну значущість.

1.2. Мета, об'єкт, предмет та методи дослідження.

Мета: розробити рецептуру та удосконалити технологію виробництва булки «Флуто» з додаванням бананового борошна, підвищуючи харчову цінність

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено виконання таких завдань:

- обґрунтувати вибір сировини для підвищення харчової цінності булочних виробів;
- розробити удосконалену рецептуру виробу;
- здійснити пробне випікання виробів із використанням обраної сировини;
- провести комплексне дослідження якості отриманих готових виробів.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва булки «Флуто» із внесенням бананового борошна.

Предмет дослідження: бананове борошно та показники якості булки «Флуто», виготовленої з його додаванням.

Методи дослідження: загальноприйняті методи визначення якості борошна, тістових напівфабрикатів та готових хлібобулочних виробів.

1.3. Результати досліджень

1.3.1. Обґрунтування вибору сировини та визначення її властивостей

На першому етапі наукової роботи ми підібрали сировину, яку можна використовувати для збагачення харчової цінності хлібобулочних виробів. Проаналізувавши користь, хімічний склад та харчову цінність ми обрали бананове борошно.

Для виготовлення булок «Флуто» використовували безопарний спосіб замішування тіста.

Відміряли борошно та замісили контрольний зразок №1 без додавання бананового борошна спираючись на стандартну рецептуру виготовлення булки «Флуто». Далі враховуючи розхід борошна у контролі зразку №1, відміряли борошно бананове у кількості 10%, 20% та 30% для зразків №2, №3, №4. Перед

початком замішування приготували дріжджову суспензію 1:3, сольовий та цукровий розчини. Додали яйця, сметану, розтоплений маргарин та молоко. Після ретельного перемішування інгредієнтів до однорідної консистенції було додано пшеничне та бананове борошно в різних пропорціях залежності від зразків. Вистоювання тіста тривало 120 хвилин.



Зразок №1



Зразок №2



Зразок №3



Зразок №4

Рисунок 1.4 – Процес вистоювання тіста

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно вищого сорту, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно вищого сорту 90%, бананове борошно 10%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №3 – пшеничне борошно вищого сорту 80%, бананове борошно 20%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №4 – пшеничне борошно вищого сорту 70%, бананове борошно 30%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин.

Наступним етапом було обминання тіста. Кожен зразок формували та закручували у вигляді спіралі, далі вклали на деко для вистоювання заготовок протягом години.



Зразок №1



Зразок №2



Зразок №3



Зразок №4

Рисунок 1.5 – Процес вистоювання булочок

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно вищого сорту, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно вищого сорту 90%, бананове борошно 10%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №3 – пшеничне борошно вищого сорту 80%, бананове борошно 20%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №4 – пшеничне борошно вищого сорту 70%, бананове борошно 30%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин.

Готові тістові заготовки були змащені яйцем та поставлені у піч, нагріту до 200 °С, на 28 хв. випікання.



Рисунок 1.6 – Готові вироби



Рисунок 1.7 – Готові вироби в розрізі

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно вищого сорту, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно вищого сорту 90%, бананове борошно 10%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №3 – пшеничне борошно вищого сорту 80%, бананове борошно 20%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №4 – пшеничне борошно вищого сорту 70%, бананове борошно 30%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин.

Після завершення випікання булочки дістали з духовки та залишили для охолодження. Через 4 години після випікання було проведено органолептичну

оцінку якості готових виробів за такими показниками: стан скоринки, еластичність та пористість м'якушки, смак і аромат.

1.3.2. Вивчення впливу збагачувальної сировини на фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів

Органолептичні показники якості виробів, визначені дегустаторами, подано в таблицях 1.2 та 1.3.

Таблиця 1.2 – Органолептична оцінка якості булки «Флуто»

Показник	№1 контроль	№2	№3	№4
Стан поверхні та скоринки	<i>Стан поверхні:</i> без тріщин <i>Скоринка:</i> рівномірно випечена, золотисто- коричнева, без підгоріlostей та надлишкового борошна	<i>Стан поверхні:</i> без тріщин <i>Скоринка:</i> рівномірно випечена, золотисто- коричнева, без підгоріlostей та надлишкового борошна	<i>Стан поверхні:</i> без тріщин <i>Скоринка:</i> рівномірно випечена, золотисто- коричнева, без підгоріlostей та надлишкового борошна	<i>Стан поверхні:</i> наявні тріщини, зморшки <i>Скоринка:</i> надто підрум'янена
Форма виробу	округла	округла	округла	округла з деформацією
Стан м'якушки	рівномірно пориста, жовтого кольору	рівномірно пориста, пружна, блідого сірого кольору	рівномірно пориста, пружна, світло сірого кольору	щільна, волога м'якушка, світло сірого кольору
Смак	приємний, властивий виробу даного виду	приємний, злегка солодкуватий	приємний, солодкуватий	злегка з гірчинкою
Аромат	приємний, властивий даному виду виробу	виражений, приємний	виражений, приємний	виражений, приємний

Дегустатори зазначили, що у всіх зразках із додаванням бананового борошна спостерігається вираженіша солодкуватість, сіруватий відтінок м'якушки та дрібніша пористість порівняно з контрольним зразком. Найвищу оцінку отримав зразок №3, у якому дегустатори відзначили гармонійне поєднання солодкого смаку та приємного аромату. Натомість у зразку №4 відмічено непривабливий зовнішній вигляд булочки, форма булочки розпливчата з деформаціями, відсутність характерної солодкуватості, наявність легкої гірчинки, а також найбільш сіруватий і вологий м'якуш серед усіх досліджених варіантів. Органолептичне оцінювання проводили за спеціальною п'ятибальною шкалою. Результати дослідження наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Органолептична оцінка якості булки «Флуто» дегустаторами

Зразок	П.І.П.	Показники, бали				Середній бал
		Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	
№ 1 (контроль)	Безкоровайна І.	4	4,5	4	4,5	4,25
	Клим Ю.	4	4	5	5	4,5
	Войтович Т.	4	4	4	4	4
	Божик А.	4	4	4,5	4,5	4,25
	Бенцал О.	4	4	5	5	4,5
№ 2	Безкоровайна І.	4	4,5	4	4,5	4,25
	Клим Ю.	4,5	4	5	4,5	4,5
	Войтович Т.	4	4	4,5	4,5	4,25
	Божик А.	5	4	4,5	4,5	4,5
	Бенцал О.	5	4	4	5	4,5
№ 3	Безкоровайна І.	5	4	5	5	4,75
	Клим Ю.	4,5	4	5	4,5	4,5
	Войтович Т.	4	4	4,5	4,5	4,25
	Божик А.	4,5	4,5	5	5	4,75
	Бенцал О.	5	5	5	5	5
№ 4	Безкоровайна І.	3	4	4	4	3,75
	Клим Ю.	3,5	3,5	4	4	3,75
	Войтович Т.	3,5	4	4	3,5	3,75
	Божик А.	3	3	4	4	3,75
	Бенцал О.	3,5	3,5	4	3	3,5

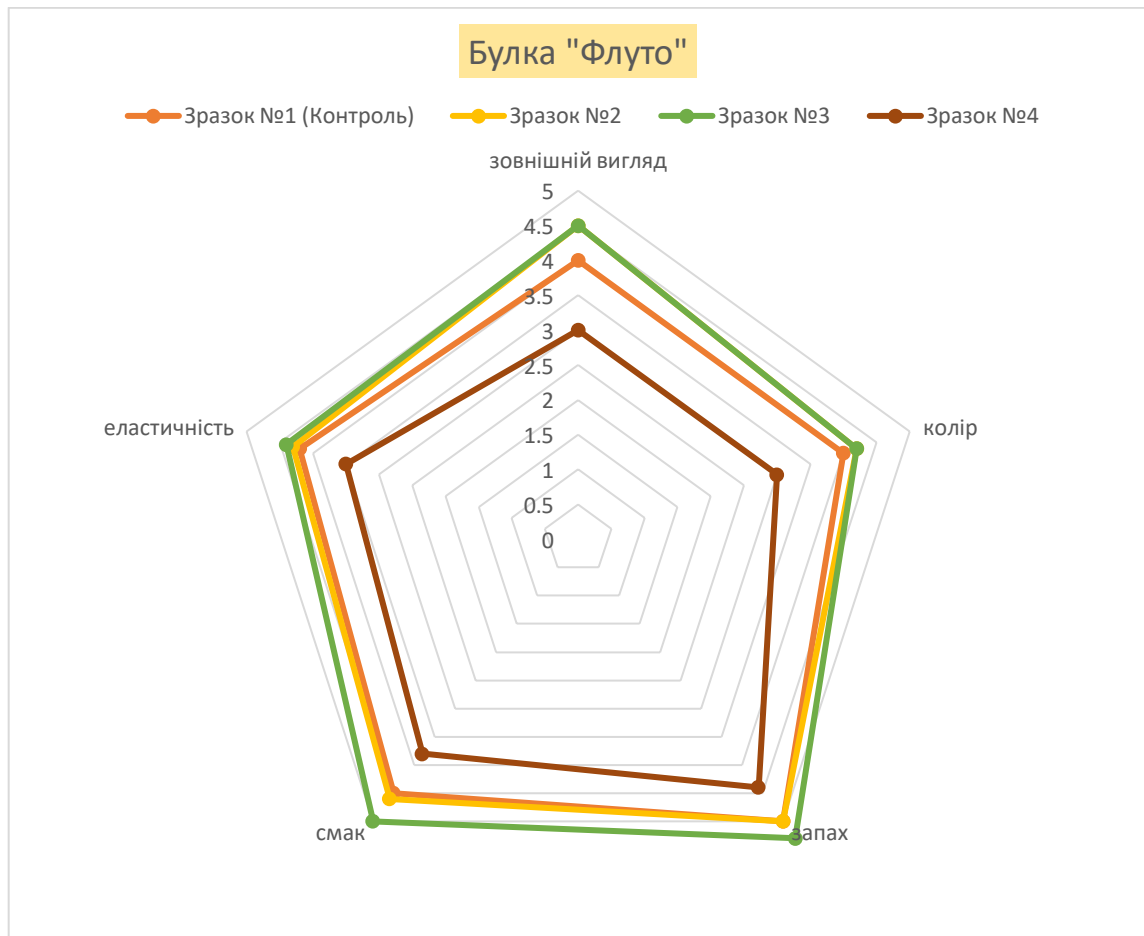


Рисунок 1.8 – Аналіз флейвору дослідних зразків

Зразок №1 (контроль) – пшеничне борошно вищого сорту, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №2 – пшеничне борошно вищого сорту 90%, бананове борошно 10%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №3 – пшеничне борошно вищого сорту 80%, бананове борошно 20%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин;

Зразок №4 – пшеничне борошно вищого сорту 70%, бананове борошно 30%, молоко, сметана, яйця, дріжджі, сіль, цукор, маргарин.

Було визначено фізико-хімічні показники якості виробів, а саме: вологість, кислотність та пористість. Вимірювання проводили через 5 годин після завершення випікання.

Таблиця 1.4 – Фізико-хімічні показники якості булки «Флуто»

Найменування показників	Згідно ДСТУ	Контроль №1	№2	№3	№4
Вологість м'якушки, %, не більше	34	34	35	36	38
Кислотність, °Т, не більше	3	3	3,1	3,3	3,4
Пористість, %, не більше	70	70	69	69	68

Пористість виробів визначали за допомогою приладу Журавльова. Установлено, що в дослідних зразках цей показник зменшується порівняно з контрольним, що пов'язано з внесенням добавок.

Результати зміни крихкуватості м'якушки булки «Флуто» під час зберігання наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Зміна крихкуватості булки «Флуто» під час зберігання

Вироби, зразки	Крихкуватість м'якушки виробів, %			
	Тривалість зберігання виробів, год			
	12	24	48	72
№1	2,43	3,52	4,67	5,55
№2	2,39	3,45	4,58	5,43
№3	2,37	3,33	4,45	5,37
№4	2,25	3,29	4,31	5,28

Протягом усього періоду зберігання в контрольному зразку №1 крихкуватість м'якушки була найвищою порівняно з дослідними зразками. Аналіз отриманих даних свідчить, що зі збільшенням частки бананового борошна формується дрібніша та більш волога структура м'якушки, що зумовлює зниження крихкуватості під час зберігання виробів.

Отже, бананове борошно підвищує харчову цінність виробів (резистентний крохмаль, харчові волокна, мінерали (калій, магній, фосфор), вітаміни групи В, природні антиоксиданти). Додавання такого борошна підвищує поживність готових виробів та робить їх кориснішими для споживачів. Крім того, бананове

борошно має добру вологоутримувальну здатність, у зразках з кількістю бананового борошна 10-20% м'якушка стає ніжнішою, зберігає вологість довше, уповільнюється черствіння виробів, зменшується крихкуватість під час зберігання. Це дозволяє підвищити якість і термін придатності булочних виробів.

При помірних дозуваннях 10–20 % до маси пшеничного борошна бананове борошно підвищує в'язкість та пластичність тіста, сприяє формуванню рівномірної пористості, покращує стабільність структури виробів у процесі випікання.

Бананове борошно має легкий природний солодкуватий смак, завдяки чому вироби набувають приємного фруктового аромату.

Проте основними чинниками, що ускладнюють застосування бананового борошна є: відсутність глютену, більша кількість клітковини та резистентного крохмалю, а також специфічні фізико-хімічні властивості, що впливають на структуру тіста, процеси бродіння та якість готових виробів. При підвищенні додавання бананового борошна 30% знижується здатність до газоутворювання та еластичність, змінюється водопоглинальна властивість тіста, зміна кольору та м'якушки, а також специфічний смак та аромат.

Результати пробної випічки показали, що оптимальний рівень заміни пшеничного борошна банановим в дріжджовому тісті складає 10–20 %, при яких зберігаються хороші об'ємні та органолептичні характеристики виробу, збільшення кількості бананового борошна 30% призводять до зниження об'єму та погіршення структури, деформації форми.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1. Характеристика місця розташування

Вироби хлібопекарської промисловості протягом століть були, є і будуть невід’ємною часткою життя людини. Але останні кілька років спостерігалися значні зміни у процесах виробництва і у вподобаннях споживачів. Усвідомлення здорового способу життя, технологічні досягнення та зміни способу життя сприяли виникненню нових тенденцій у хлібопекарській продукції.

Основними глобальними тенденціями у хлібопекарській промисловості є: зростаючий попит на безглютенові та низькокалорійні вироби здорового харчування, надання пріоритету здоров’ю та готовність платити за преміум продукцію з використанням функціональних продуктів; збільшення онлайн-продаж, що допомагають малому та середньому бізнесу розширятися.

Асортимент випічки є надзвичайно різноманітним, однак у більшості виробів основним компонентом, що формує об’єм і структуру, залишається пшеничне борошно. Водночас останніми роками у хлібопекарському виробництві спостерігається тенденція до розширення використання нетрадиційної сировини. Завдяки наявності у банановому борошні низького глікемічного індексу, великій кількості поживних та мінеральних речовин, відсутності глютену, питання використання бананового борошна у хлібобулочних výroбах стає актуальним. Також бананове борошно краще утримує вологу та покращує структурну цілісність безглютенових виробів.

Кваліфікаційною роботою передбачено проєктування хлібопекарського цеху в місті Тернопіль із впровадженням нового виробу – булки «Флуто» з додаванням бананового борошна. Місто Тернопіль являється адміністративним центром Тернопільської області, в якому багато університетів, коледжів та інших навчальних закладів. Це є однією з переваг щодо залучення робочої сили та набору персоналу. Іншою перевагою міста є хороше географічне розташування

та транспортна інфраструктура. Ще однією з переваг міста є низька вартість оренди та будівництва нових житлових приміщень порівняно з Києвом чи Львовом, що є привабливим для ВПО та підприємців, які винаймають житло для працівників.

Автомобільні дороги поєднують Тернопіль з такими містами України як Київ, Луцьк, Вінниця, а до кордону Польщі відстань становить приблизно 220 км. Легко і зручно транспортувати товари не тільки автомобільним транспортом, але і за допомогою залізниці не тільки по Україні, а й закордон. У місті є як традиційні пекарні, так і мережеві міні-пекарні, також на базі супермаркетів, що створюють певну конкуренцію. Але поряд з цим небагато виробників спеціалізуються на виробництві функціональних виробів (з високим вмістом клітковини, без глютену, збагачених банановим борошном), це забезпечує конкурентоспроможність нового цеху.

У таблиці 2.1 подано SWOT – аналіз, що показує сильні і слабкі сторони розробленого цеху.

Таблиця 2.1. – SWOT – аналіз для цеху

<i>Сильні сторони (S)</i>	<i>Слабкі сторони (W)</i>
• Унікальна продукція на ринку • Сегмент здорового харчування • Гнучке виробництво • Висока маржа	• Висока собівартість через імпорт • Менші масштаби порівняно з великими виробниками • Залежність від постачань імпорту • Потреба у потужному маркетингу
<i>Можливості (O)</i>	<i>Загрози (T)</i>
• Зростання попиту випічки • Співпраця з кав'ярнями, еко-магазинами • Онлайн-продажі по Україні • Розширення продуктової лінійки • Створення бренду • Збільшення терміну придатності	• Висока собівартість через імпорт • Менші масштаби порівняно з великими виробниками • Залежність від постачань імпорту • Потреба у потужному маркетингу

Кількість промислових підприємств у області збільшилася з початком наступу агресора у 2022 році, шляхом релокації (більше 60 компаній). Ще багато

підприємств є в області з виробництва молочних, м'ясних, хлібобулочних, олійних продуктів харчування. З однієї сторони це свідчить про хороші умови для розвитку нових підприємств, а з іншої – можливість нестачі кваліфікованого персоналу.

2.2. Характеристика сировинної зони

Для того, щоб на підприємстві розробляти чи проектувати новий цех потрібно враховувати певні фактори: розташування сировинної бази, тенденцію споживання нового продукту, ринок збуту, наявність економічної бази та кваліфікованого персоналу.

Тернопільська область багата на виробництво пшениці та жита, що забезпечує надійні поставки борошна. Кілька місцевих млинів у Тернополі та околицях забезпечують стабільну високоякісну сировину.

Для того, щоб цех працював стабільно та безперебійно є можливість співпраці з постачальниками та виробниками основної, додаткової сировини та пакувальних матеріалів:

- ТОВ «Скала-Дар», ТОВ «Терноцвіт», ПАП «Агропродсервіс»: борошно пшеничне вищого сорту, борошно пшеничне першого сорту;
- ТМ «Екород»: пшеничне борошно вищого сорту органічне, бананове борошно органічне;
 - ТВФ «Тернопільхлібсервіс»: дріжджі хлібопекарські пресовані;
 - ТОВ олійниця «Дністрянка»: олія рафінована;
 - Птахофабрика Тернопільська: яйця;
 - ТОВ «Радехів цукор»: цукор білий;
 - ТОВ «Щедро»: маргарин столовий;
- ПрАТ «Молокія», ТОВ «Кременецьке молоко», ПП «Чортківсир», ПрАТ «Галичина»: молоко, масло вершкове.

Серед великої кількості виробників та постачальників сировини велику роль відіграє також наявність та доступність допоміжних матеріалів: плівки,

гофротари, етикетки, індивідуальної упаковки. У Тернопільській області, а також безпосередньо у місті Тернополі діє: друкарня ВК ПрАТ «Лілея» - плівка, етикетка, нанесення друку; «Zaza-Print» - етикетка, упаковка, ТзОВ «Т.Д.К.» - плівка; ТОВ «Христина» - ящики, гофра. Вони є важливим аспектом у ланцюгу сировинної бази.

Бананове борошно не виробляється в Україні, а має імпордне походження — переважно з Індії, Перу або країн Латинської Америки. Проте воно добре представлене серед українських постачальників, товарів для здорового харчування та функціональних продуктів. У Тернополі бананове борошно можна закуповувати через: локальних дистриб'юторів здорового харчування; національні інтернет-мережі; імпортерів, які працюють з органічною сировиною.

2.3. Обґрунтування асортименту продукції

Асортимент булочних виробів із використанням бананового борошна ґрунтується на сучасних тенденціях розвитку хлібопекарської галузі, які орієнтовані на підвищення харчової цінності продукції, розширення функціональних властивостей та задоволення попиту споживачів на корисні та інноваційні продукти. Бананове борошно, отримане з незрілих зелених бананів або шкірки містить значну кількість харчових волокон, стійкого крохмалю, калію, магнію, вітамінів групи В та антиоксидантів, що робить його перспективною добавкою у виробництві булочних виробів. Його використання дозволяє не лише підвищити харчову цінність, але й покращити структуру та зберігання готових виробів.

При розробленні асортименту продукції з додаванням бананового борошна потрібно враховувати його технологічні властивості. Досліджено багатьма вченими [19,22,28,29,30,35], що при додаванні борошна із зелених бананів підвищується вологоутримання тіста, покращується стан м'якучі та шкірки виробів, отримуємо легкий натуральний аромат банану і природний кремовий відтінок. Такі властивості роблять бананове борошно ефективним для

виготовлення булочок, здобних виробів з підвищеною харчовою цінністю, особливо для дитячого та безглютенового харчування. Вироби з його додаванням мають більш тривалий термін зберігання завдяки уповільненню процесу черствіння.

Враховуючи всі чинники, що впливають на вибір продукту, який потрібно розробити з покращеним складом та без синтетичних добавок, до булочних виробів пропонується додати 10-20 % бананового борошна.

Розширення асортименту за рахунок використання бананового борошна забезпечує підприємству певні переваги: можливість представити нову продукцію як функціональну, корисну та інноваційну. Така продукція відповідає сучасним вимогам споживачів до складу, якості продуктів та здорового харчування. Використання бананового борошна також дає можливість оптимізувати рецептури, знизити використання цукру та покращити органолептичні властивості виробів. Формування такого асортименту підвищує ринкову привабливість підприємства та забезпечує розширення цільової аудиторії — від дітей і підлітків до прихильників здорового способу життя.

2.4. Характеристика каналів реалізації

Впровадити новий вид продукту, розробити нову рецептуру, упакувати красиво не надто складно, цей вид продукції потрібно ще реалізувати. У більшості випадків реалізація товарів здійснюється через посередників (менеджерів з продажу). Це не завжди є виправданим, бо збільшує вартість товару. Реалізацію наших нових здобних виробів з додаванням бананового борошна в місті Тернополі можна здійснювати через комплексну систему каналів збуту:

— мережеві супермаркети й продуктові мережі. У Тернополі присутні великі національні мережі («АТБ», «Сільпо», «Новус», «Рукавичка»), які забезпечать більшу кількість продажів, бо є загальновідомими. Поставка

фасованих булочних виробів на полиці супермаркетів має високий потенціал для збільшення обсягів реалізації.

— місцеві ринки та торгові ряди. Реалізація через ринки дозволяє швидко тестувати рецептури та отримувати зворотний зв'язок. Є можливість на ринку відкрити власну точку продажу з булочними виробами.

— кав'ярні, кафе, ресторани та заклади громадського харчування. Партнерство з мережею локальних кафе і пекарень, які замовляють свіжу випічку, відкриває канал для збуту продукції як преміальної або здорової альтернативи в меню. Поставка у форматі свіжої продукції або за домовленими замовленнями для закладів має перевагу у просуванні бренду.

— онлайн-продажі та служби доставки. На сьогоднішній день збільшується кількість замовлень з використання платформ доставки їжі (Glovo, Bolt Food та інші) та замовлень через соцмережі (Facebook, YouTube, Instagram). Для виробів із банановим борошном це також канал для реалізації через фотоогляди та підвищення попиту серед населення.

Комбінуючи канали збуту оптимізуються ризики: швидкість продажів свіжої продукції, масштабування фасованої продукції для супермаркетів та охоплення цільової аудиторії, яка цінує здорове харчування. Рекомендовано спочатку фокусуватися на локальних кафе, онлайн-замовленнях і продажах на ринках для швидкої оцінки правильності вибору даного виробу, а також паралельно вести переговори з мережею різних супермаркетами мережевого для подальшого співробітництва.

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки виробництва запроєктованого асортименту

3.1.1. Вихідні дані

Вихідні дані приймають відповідно до нормативної документації: стандартів на готову продукцію, рецептур виробів на 100 кг борошна, технологічних інструкцій з виробництва та довідкових джерел.

Для подальших розрахунків вихідні дані подають у вигляді таблиці, до якої вносять усі необхідні показники (табл. 3.1) [83].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначення	Значення показників і параметрів	
		Булка «Домашня»	Булка «Флуто» з банановим борошном
1	2	3	4
Стандарт на готові вироби:		ТУУ 15.8-05415042-002:2011	ТУУ 15.8-05415042-002:2011
Показники якості виробів:			
Маса виробу, кг	$G_{\text{вир}}$	0,25	0,3
Вологість, % не більше	$W_{\text{в}}$	38	34
Кислотність, град, не більше	K	2,5	2,5
Пористість, % не менше	Π	70	-
Рецептура на 100 кг борошна, кг			
Борошно пшеничне вищого сорту	$G_{\text{б.пш}}^{\text{в.с}}$	100	90,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	$G_{\text{др}}$	3,0	5,0
Сіль кухонна харчова	$G_{\text{с}}$	1,3	1,0
Цукор білий	$G_{\text{б.ц}}$	10,0	15,0
Маргарин	$G_{\text{м}}$	7,0	15,0
Молоко питне незбиране	$G_{\text{м}}$	-	4,0

Прод.табл. 3.1

1	2	3	4
Молоко сухе знежирене	$G_{\text{м}}$	2,0	-
Сметана 20%	$G_{\text{см}}$	-	4,0
Яйця курячі в тісто	$G_{\text{я}}$	6,0	8,0
На змащення		-	4,0
Борошно бананове	$G_{\text{б.б}}$	-	10
Основні показники технологічних режимів:			
Вологість тіста, %	$W_{\text{т}}$	39	35
Плановий вихід, %	-	135,5	155,0
Тривалість бродіння тіста,хв	$T_{\text{т}}$	120	120
Спосіб приготування	-	Безопарний	
Тривалість вистоювання, хв	$T_{\text{вис}}$	50	60
Спосіб випікання	-	На листах	
Тривалість випікання, хв	$T_{\text{вип}}$	22	28
Марка печі	-	Г4 – ХПН – 25	
Розміри печі, мм	-	12000×2100	
Розміри листа, мм	-	640×340	
Концентрація розчину солі, %	$C_{\text{с.р}}$	25	
Кратність розведення дріжджів водою	-	1:3	
Технологічні витрати і затрати:			
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	$g_{\text{б}}$	0,02 – 0,06	
Втрати борошна від замішування до випікання, % до маси борошна	$g_{\text{т}}$	0,03 – 0,05	
Втрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста	$C_{\text{сух}}$	3,3	
Втрати борошна під час оброблення тіста, % до маси тіста	$g_{\text{обр}}$	0,6 – 1,0	
Втрати на упікання, % до маси тіста	$g_{\text{уп}}$	6,0 – 12,0	
Втрати під час укладання гарячих виробів, % до маси гарячих виробів	$g_{\text{укл}}$	0,5 – 0,8	

Прод.табл. 3.1

1	2	3
Втрати від усихання виробу, % до маси гарячого виробу	$g_{ус}$	2,5 – 4,0
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	$g_{кр}$	0,03
Втрати за рахунок не точності маси виробів, % до маси гарячого виробу	$g_{шт}$	0,04 – 0,05
Втрати від перероблення виробу, % до маси борошна	$g_{бр}$	Близько 0,02

3.1.2. Розрахунок продуктивності печей

Виробнича продуктивність лінії визначається на основі розрахунку потужності печі.

Таблиця 3.2 - Вихідні дані для розрахунку виробничої продуктивності печей

Виріб	Маса виробу, кг	Кількість виробів в печі		Тривалість випікання, хв
		Кількість по довжині листа	Кількість по ширині листа	
1	2	3	4	5
Булка «Домашня»	0,25	2	3	22
Булка «Флуто» з банановим борошном	0,3	2	3	28

Розрахунок продуктивності печей проводиться за формулою [84]:

$$P_{год} = \frac{N * n * g * 60}{t_{вип}}, \quad (3.1)$$

де, N- кількість виробів по довжині поду печі;

n- кількість виробів по ширині поду печі;

g- маса виробу;

t- час випікання виробу, хв.

Продуктивність лінії розраховується на основі потужності печей

Розрахунок продуктивності булки «Домашня»:

Розраховую кількість листів по довжині і ширині поду печі:

$$N_{\text{л}}^{\text{д}} = \frac{L' - a}{b + a} \quad (3.2)$$

a – відстань між виробами, мм

$n_{\text{л}}^{\text{ш}}$ – ширина листа, мм

$$N_{\text{л}}^{\text{д}} = \frac{12000 - 30}{340 + 30} = 32 \text{ шт}$$

$$n_{\text{л}}^{\text{ш}} = \frac{B' - a}{l + a} \quad (3.3)$$

$$n_{\text{л}}^{\text{ш}} = \frac{2100 - 30}{640 + 30} = 3 \text{ шт}$$

Розраховую кількість виробів на одному листі.

Розрахунок кількості виробів по довжині і ширині листа:

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{L' - a}{d + a} \quad (3.4)$$

L' - довжина листа, мм

a – відстань між виробами, мм

Розміри виробу: d – 140мм

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{340 - 30}{140 + 30} = 2 \text{ шт}$$

Розраховую кількість виробів по ширині листа за формулою:

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{B' - a}{d + a} \quad (3.5)$$

B' - ширина листа, мм

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{640 - 30}{140 + 30} = 3 \text{ шт}$$

Годинна продуктивність печі для булки «Домашня» становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(2 \cdot 3) \cdot (32 \cdot 3) \cdot 0,25 \cdot 60}{22} = 392,7 \text{ кг/год}$$

Добова продуктивність розраховується за формулою:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{год}} \cdot 23$$

$$P_{\text{доб}} = 392,7 \cdot 23 = 9032,1 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок продуктивності для булки «Флуто» з банановим борошном [84]:

Розрахунок проводиться аналогічно як для булки «Домашня»:

Розраховую кількість листів по довжині і ширині поду печі за формулами (3.2, 3.3):

$$N_{\text{л}}^{\text{д}} = \frac{12000-30}{340+30} = 32 \text{ шт}$$

$$n_{\text{л}}^{\text{ш}} = \frac{2100-30}{640+30} = 3 \text{ шт}$$

Розрахунок кількості виробів по довжині і ширині листа здійснюють за формулами (3.4, 3.5):

$$N_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{340-30}{160+30} = 2 \text{ шт}$$

$$n_{\text{л}}^{\text{в}} = \frac{640-30}{160+30} = 3 \text{ шт}$$

Годинна продуктивність печі для булки «Флуто» з банановим борошном становитиме:

$$P_{\text{год}} = \frac{(2*3)*(32*3)*0,3*60}{28} = 370,2 \text{ кг/год}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном добова продуктивність згідно формули (3.1) буде:

$$P_{\text{доб}} = 370,2 * 23 = 8\,514,6 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.3 - Виробнича продуктивність цеху

№з/п	Марка печі	Асортимент виробів	Продуктивність за годину	Тривалість роботи печі за добу, год	Продуктивність за добу, кг
1	2	3	4	5	6
1	Г 4 – ХПН – 25	Булка «Домашня»	392,7	23	9 032,1
2	Г4 – ХПН – 25	Булка «Флуто» з банановим борошном	370,2	23	8 514,6
3	Разом				17 546,7

Зображаю графік роботи печі Г4 – ХПН – 25

№ з/п	Марка печі	Години роботи					
		І зміна		II зміна		III зміна	
		7		15		23	
1	Г4 – ХПН – 25						
		7		15		23	
2	Г4 – ХПН – 25						

Рисунок 3.1 – Графік роботи печей

Умовні позначення:



– булка «Домашня»



– булка «Флуто» з банановим борошно



– Профілактика

3.1.3. Розрахунок пофазних рецептур

Розрахунок рецептури по фазах для булки «Домашня»

Приготування булки «Домашня» передбачено готувати безопарним методом, кислотність тіста здобного з борошна пшеничного вищого гатунку становить 2,5 град, тривалість бродіння тіста – 60 хв.

Маса сухих речовин у компонентах тіста

Таблиця 3.4 – Співвідношення сухих речовин та води в сировині тіста булки «Домашня»:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	100	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	3,0	75	25	0,75
Сіль кухонна харчова	1,3	-	-	1,3
Цукор білий	10,0	-	-	10,0
Маргарин	7,0	17	83	5,81
Молоко сухе знежирене	2,0	4	96	1,92
Яйця курячі в тісто	6,0	73	27	1,62
На змащення	-			
Разом				106,89

Масу тіста знаходжу за формулою [84]:

$$G_T = \frac{G_{с.р} \cdot 100}{100 - W_T} \quad (3.6)$$

де, $G_{с.р}$ - маса сухих речовин в тісті, кг;

W_T - вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 38 + 1 = 39$ %

$$G_T = \frac{106,89 \cdot 100}{100 - 39} = 175,0 \text{ кг}$$

Необхідну сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою:

$$G_{с.р} = \frac{G_c \cdot 100}{C_{с.р}} \quad (3.7)$$

де, $G_{с.р}$ – концентрація розчину, % 25% - концентрація сольового розчину

$$G_{с.р} = \frac{1,3 \cdot 100}{25} = 5,2 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині:

$$G_B^{с.р} = G_{с.р} - G_c \quad (3.8)$$

$$G_B^{с.р} = 5,2 - 1,3 = 3,9 \text{ кг}$$

Цукор розчиняю в розчин цукровий за формулою (3.7):

$$G_{ц.р} = \frac{10,0 \cdot 100}{50} = 20,0 \text{ кг}$$

Вага води в цукровому розчині (3.8):

$$G_{в}^{ц.р} = G_{ц.р} - G_{ц}$$

$$G_{в}^{ц.р} = 20,0 - 10,0 = 10,0 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову:

$$G_{д.р} = G_{др} + G_{др} \cdot n \quad (3.9)$$

n – кількість розведень, ($n - 3$)

$$G_{др.с} = 3 + 3 \cdot 3 = 12 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії:

$$G_{в}^{др.с} = G_{др.с} - G_{др} \quad (3.10)$$

$$G_{в}^{др.с} = 12 - 3 = 9 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить:

$$G_{в}^T = G_T - G_{сир} \quad (3.11)$$

$$G_{в}^T = 175,0 - 129,3 = 45,7 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замін [84]:

$$G_{в}^3 = G_{в} - [G_{в}^{с.р} + G_{в}^{др.с} + G_{в}^{ц.р}] \quad (3.12)$$

$$G_{в}^3 = 45,7 - [3,9 + 9 + 10] = 22,8 \text{ кг}$$

Таблиця 3.5 – Пофазна рецептура для виробництва булки «Домашня», кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	100
Дріжджова суспензія	12,0	12,0
Сольовий розчин	5,2	5,2
Цукровий розчин	20,0	20,0
Маргарин	7,0	7,0
Молоко сухе знежирене	2,0	2,0

Прод. табл. 3.5

1	2	3
Яйця курячі в тісто На змащення	6,0 -	6,0 -
Вода	22,8	22,8
Разом	175,0	175,0

Розрахунок рецептури по фазах для булки «Флуто» з банановим борошном

Приготування булки «Флуто» з банановим борошном передбачено готувати також безопарним методом, кислотність тіста здобного з борошна пшеничного вищого гатунку становить 2,5 град, тривалість бродіння тіста 120 хв.

Маса сухих речовин у компонентах тіста

Таблиця 3.6 – Співвідношення сухих речовин та вологи в сировині тіста булки «Флуто» з банановим борошном:

Сировина	Маса, кг	Вологість, %	Масова частка с. р, %	Масова частка с. р, кг
Борошно пшеничне вищого сорту	90	14,5	85,5	85,5
Дріжджі хлібопекарські пресовані	5,0	75	25	1,25
Сіль кухонна харчова	1,0	-	-	1,0
Цукор білий	15,0	-	-	15,0
Молоко питне незбиране	4,0	88	12	1,62
Сметана 20%	4,0	72	28	1,12
Яйця курячі в тісто на змащування	8	73	27	2,16
	4	-	-	-
Борошно бананове	10,0	14,5	85,5	85,5
Разом				107,65

Масу тіста знаходжу за формулою (3.6) [84]:

W_T - вологість тіста, %; $W_T = W_B + 1$; $W_B = 341 = 35\%$

$$G_T = \frac{107,65 \cdot 100}{100 - 35} = 165,6 \text{ кг}$$

Необхідну сировину переводжу в розчини:

Сіль у розчин за формулою (3.7):

$$G_{c.p} = \frac{1,0 \cdot 100}{25} = 4 \text{ кг}$$

Маса води в сольовому розчині (3.8):

$$G_B^{c.p} = 4 - 1 = 3 \text{ кг}$$

Дріжджі в суспензію дріжджову (3.9):

$$G_{др.с} = 5 + 5 \cdot 3 = 20 \text{ кг}$$

Кількість води в суспензії (3.10):

$$G_B^{др.с} = 20 - 5 = 15 \text{ кг}$$

Кількість води на заміс тіста становить (3.11):

$$G_B^T = 165,6 - 137 = 28,6 \text{ кг}$$

Розраховую масу води в тісті з урахуванням замінів (3.12):

$$G_B^3 = 28,6 - [3 + 15] = 10,6 \text{ кг}$$

Таблиця 3.7 – Пофазна рецептура для виробництва булки «Флуто» з банановим борошном, кг, на 100 кг борошна

Сировина і напівфабрикати	Маса, кг	Тісто	На змащування
Борошно пшеничне вищого сорту	90,0	90,0	-
Дріжджова суспензія	20,0	20,0	-
Сольовий розчин	4	4	-
Цукор білий	15,0	15,0	-
Маргарин	15,0	15,0	-
Молоко питне незбиране	4,0	4,0	-
Сметана 20%	4,0	4,0	-
Яйця курячі	8	8	-
в тісто	4	-	4
на змащування			

Прод. табл. 3.7

1	2	3	4
Вода	10,6	10,6	-
Борошно бананове	10,0	10,0	-
Разом	184,6	180,6	4

3.1.4. Розрахунок виходу виробів

Вихід хлібобулочних виробів визначається розрахунком виходу тіста, та технологічними витратами і затратами при його виготовленні:

Розрахунок виходу булки «Домашня»:

Для булки «Домашня» вихід що передбачається знаходжу за формулою [84]:

$$B_{\phi} = G_T - (B_{\phi} + B_T + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{обр}} + Z_{\text{уп}} + Z_{\text{укл}} + Z_{\text{ус}} + B_{\text{кр}} + B_{\text{шт}} + B_{\text{бр}}), \quad (3.13)$$

де, B_{ϕ} – втрати борошна до замішування напівфабрикатів;

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

$Z_{\text{бр}}$ – затрати під час бродіння напівфабрикатів;

$Z_{\text{обр}}$ – затрати під час оброблення тіста;

$Z_{\text{уп}}$ – затрати під час упікання;

$Z_{\text{укл}}$ – зменшення маси виробу під час його транспортування від печі, та укладання на вагонетки, або контейнери;

$Z_{\text{ус}}$ – затрати під час зберігання виробу (усихання);

$B_{\text{шт}}$ – втрати від неточності маси виробу при приготування штучних виробів;

Відповідно до формули визначаю вологість середньозволожену сировини [84]:

$$W_{\text{сер}} = \frac{G_{\text{б}} \cdot W_{\text{б}} + G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{м}} + G_{\text{г}} + G_{\text{к}}}{G_{\text{б}} + G_{\text{др}} + G_{\text{с}} + G_{\text{м}} + G_{\text{г}} + G_{\text{к}}} \quad (3.14)$$

$W_6 + W_{др}$ – вологість сировини, %.

$$W_{сер} = \frac{100*14,5+3,0*75+10,0*7,0*17+2,0*4+6,0*73}{129,3} = 17,4 \%$$

Обрахувую масу тіста за формулою:

$$G_T = \frac{G_{сир}*(100+W_{сир})}{(100-W_T)} \quad (3.15)$$

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

$$G_T = \frac{129,3*(100-17,4)}{100-39} = 175,0 \text{ кг}$$

Втрати та затрати, що розраховуються, виражаються у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Визначаю втрати борошна в тісті до замішування тіста B_6 , кг:

$$B_6 = \frac{g_6*(100-W_6)}{100-W_T} \quad (3.16)$$

де, g_6 – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна;

$$g_6 = 0,02-0,06 \%$$

$$B_6 = \frac{0,02*(100-14,5)}{100-39} = 0,03 \%$$

Визначаємо втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання, B_T , кг:

$$B_T = \frac{g_T*(100-W_6)}{100-W_T} \quad (3.17)$$

де g_T – втрати борошна до замішування напівфабрикатів, % до маси борошна;

$$g_T = 0,03-0,05 \%$$

де $W_{сер}$ – вологість середня, %

$$W_{сер} = \frac{W_T+W_6}{2} \quad (3.18)$$

$$W_{сер} = \frac{39+14,5}{2} = 26,75 \%$$

$$B_T = \frac{0,06*(100-14,5)}{100-39,0} = 0,08 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою:

$$Z_{обр} = \frac{g_{обр} * (100 - W_6)}{100 - W_T} \quad (3.19)$$

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

$$g_{обр} = 0,6 - 2\%$$

$$Z_{обр} = \frac{2,0 * (100 - 14,5)}{100 - 39,0} = 2,8 \%$$

Визначаємо витрати при бродінні напівфабрикатів, $Z_{бр}$, кг:

$$Z_{бр} = \frac{C_{сух} * 0,95 * (G_{сир} - g_{обр}) * (100 - W_{сер})}{1,96 * 100 * (100 - W_T)^2} \quad (3.20)$$

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

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

$$g_{обр} = 0,6 - 1,0 \%$$

$$Z_{бр} = \frac{0,95 * 2,5 * (175 - 2,8) * (100 - 26,75)}{1,96 * 100 * (100 - 39)^2} = 4,1 \%$$

Затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, за формулою:

Затрати від упікання, $Z_{уп}$, кг:

$$Z_{уп} = \frac{g_{уп} * [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр})]}{100} \quad (3.21)$$

де, $g_{уп}$ – затрати на упікання, % до маси тістової заготовки;

$$g_{уп} = 6,0 - 12,0 \%$$

$$Z_{уп} = \frac{12 * [175,0 - (0,03 + 0,08 + 2,8 + 4,1)]}{100} = 20,2 \%$$

Затрати під час укладання, $Z_{укл}$, кг:

$$Z_{укл} = \frac{g_{укл} * [G_T - (B_6 + B_T + Z_{бр} + Z_{обр} + Z_{уп})]}{100} \quad (3.22)$$

де, $g_{укл}$ – затрати під час укладання гарячого виробу, % до маси гарячого виробу; $g_{укл} = 0,5 - 0,8$

$$Z_{укл} = \frac{0,8 * [175,0 - (7,0 + 20,2)]}{100} = 1,2 \%$$

Затрати від усихання, $Z_{ус}$, кг:

$$Z_{yc} = \frac{g_{yc} * [G_T - (B_6 + B_T + 3B_r + 3O_{br} + 3U_p + 3U_{kl})]}{100} \quad (3.23)$$

де, g_{yc} – затрати під час усихання, % до маси гарячого виробу;

$g_{yc} = 2,5-4 \%$

$$Z_{yc} = \frac{4,0 * [175,0 - (28,4)]}{100} = 6,0 \%$$

Втрати від неточності маси штучних виробів, $B_{шт}$, кг [84]:

$$B_{шт} = \frac{g_{шт} * [G_T - (B_6 + B_T + 3B_r + 3O_{br} + 3U_p + 3U_{kl} + 3U_{yc})]}{100} \quad (3.24)$$

де, $g_{шт}$ – втрати внаслідок відхилення маси виробу, % до маси гарячого виробу; $g_{шт} = 0,4-0,5 \%$

$$B_{шт} = \frac{0,7 * [175,0 - (34,4)]}{100} = 1,0 \%$$

Для булки «Домашня» фактичний вихід становитиме:

$$B_{\phi} = 175,0 - 35,4 = 140 \%$$

Плановий вихід для булки «Домашня» становить 135,5 %, тому відповідно до розрахунків розрахований вихід дещо перевищує запланований.

Таблиця 3.8 – Зведена таблиця розрахунку виходу булки «Домашня»

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу виробу		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	$g_T \%$	175,0	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_6 , % до маси борошна	0,02	B_6	0,03
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,06	B_T	0,08

Прод. табл. 3.8

1	2	3	4	5
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на рідких заквасках	$g_{\text{сух}}$ % до СР тіста	2,5	$З_{\text{бр}}$	4,1
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{\text{обр}}$, % до маси борошна	2,0	$З_{\text{обр}}$	2,8
Витрати на упікання	$g_{\text{уп}}$, % до маси тіста	12	$З_{\text{уп}}$	20,2
Витрати під час укладання гарячого виробу	$g_{\text{укл}}$, % до маси гарячого виробу	0,8	$З_{\text{укл}}$	1,2
Витрати від усихання виробу	$g_{\text{ус}}$, % до маси гарячого виробу	4,0	$З_{\text{ус}}$	6,0
Втрати за рахунок неточної маси виробу	$g_{\text{шт}}$, % до маси гарячих виробів	0,7	$В_{\text{шт}}$	1,0
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				35,4

Розрахунок виходу булки «Флуто» з банановим борошном:

Середньозволожену кількість вологи в сировині булки «Флуто» з банановим борошном обраховую за формулою (3.14):

$$W_{\text{сер}} = \frac{90 \cdot 14,5 + 5,0 \cdot 75 + 1,0 + 15,0 + 4,0 \cdot 88 + 4,0 \cdot 72 + 8,0 \cdot 73 + 10 \cdot 14,5}{137} = 22,3 \%$$

Визначаю масу тіста за формулою (3.15):

$$C_{\text{т}} = \frac{137 \cdot (100 - 22,3)}{100 - 35} = 163,7 \text{ кг}$$

Усі втрати і затрати, що розраховують, виражають у перерахунку на масу тіста у кілограмах.

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування тіста B_6 , кг, визначаю за формулою (3.16):

$$B_6 = \frac{0,05 \cdot (100 - 14,5)}{100 - 35} = 0,07 \%$$

Втрати борошна і напівфабрикатів від замішування до випікання B_T , кг, визначаю за формулою (3.17):

$$B_T = \frac{0,05 \cdot (100 - 24,75)}{100 - 35} = 0,06 \%$$

Затрати при бродінні напівфабрикатів $Z_{бр}$, кг, визначаю за формулою (3.19):

$$Z_{бр} = \frac{2,5 \cdot 0,95 \cdot (163,7 - 1) \cdot (100 - 24,75)}{1,96 \cdot 100 \cdot (100 - 35)} = 2,28 \%$$

Визначаю за формулою (3.20) затрати на оброблення тіста $Z_{обр}$, кг:

$$Z_{обр} = \frac{1 \cdot (39 - 14,5)}{100 - 39} = 0,38 \%$$

Затрати від упікання $Z_{уп}$, кг, визначаю за формулою (3.21):

$$Z_{уп} = \frac{8 \cdot [163,7 - (0,07 + 0,06 + 2,28 + 0,38)]}{100} = 12,8 \%$$

Затрати при укладання $Z_{укл}$, кг, визначаю за формулою (3.22):

$$Z_{укл} = \frac{0,5 \cdot [163,7 - (2,79 + 12,8)]}{100} = 0,74 \%$$

Затрати від усихання $Z_{ус}$, кг, визначаю за формулою (3.23):

$$Z_{ус} = \frac{2,5 \cdot [163,7 - 16,3]}{100} = 3,6 \%$$

Визначаю втрати від неточної маси штучних виробів $B_{шт}$, кг, за формулою (3.24):

$$B_{шт} = \frac{0,7 \cdot [163,7 - (19,9)]}{100} = 1,0 \%$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном передбачений вихід становитиме: $B_{\phi} = 163,7 - [0,07 + 0,06 + 2,28 + 0,38 + 12,8 + 0,74 + 3,6 + 1,0] = 142,8 \%$

Планом передбачено для булки «Флуто» з банановим борошном вихід в 155 %, тому ми бачимо, що фактичний вихід нижчий за плановий.

Таблиця 3.9 – Зведена таблиця розрахунку виходу булки «Флуто» з банановим борошном

Види втрат і витрат при заданих технологічних умовах	Вихідні дані для розрахунку виходу виробу		Втрати і витрати у перерахунку до тіста	
	Позначення	Величина	Позначення	Величина
Вихід тіста	g_T %	163,8	-	-
Втрати борошна до приготування тіста за умови безтарного зберігання	g_b , % до маси борошна	0,05	B_b	0,07
Втрати борошна і тіста у разі приготування в тістовому агрегаті	g_T , % до маси тіста	0,05	B_T	0,06
Витрати сухих речовин на бродіння за умови приготування тіста на густих заквасках	$g_{сух}$, % до СР тіста	2,5	$З_{бр}$	2,28
Витрати борошна під час оброблення тіста	$g_{обр}$, % до маси борошна	1,0	$З_{обр}$	0,38
Витрати на упікання	$g_{уп}$, % до маси тіста	8	$З_{уп}$	12,8
Витрати під час укладання гарячого виробу	$g_{укл}$, % до маси гарячого виробу	0,5	$З_{укл}$	0,74
Витрати від усихання виробу	$g_{ус}$, % до маси гарячого виробу	3,5	$З_{ус}$	3,6
Втрати за рахунок неточної маси виробів	$g_{шт}$, % до маси гарячих виробів	0,7	$B_{шт}$	0,7
Всього втрат і витрат у розмірності виходу тіста				20,93

3.1.5. Розрахунок виробничих рецептур і вибір технологічних параметрів

Для замішування виробів булка «Домашня» та булка «Флуто» з банановим борошном було обрано періодичний спосіб приготування напівфабрикатів.

Розраховую виробничу рецептуру для булки «Домашня»

Ритм замішування та кількість діж для розрахунку напівфабрикатів здійснюють виходячи з витрат борошна за годину для замішування напівфабрикатів.

Насамперед розраховую масу борошна, що максимально може бути завантажено у діжу G_d^6 , кг, за формулою [84]:

$$G_d^6 = \frac{V_d * q}{100}, \text{ кг} \quad (3.25)$$

де, V_d – об'єм діжі, дм^3 ; $V_d = 330 \text{ дм}^3$.

q – норма завантаження борошна на 100 дм^3 об'єму діжі, кг
для тіста - $q = 35$.

$$G_d^6 = \frac{330 * 35}{100} = 100 \text{ кг/год}$$

Потім, відповідно до формули розраховую необхідну кількість діж для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}} * 100}{V_{\text{п}}}, \text{ кг/год} \quad (3.26)$$

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

$V_{\text{п}}$ – плановий вихід виробу

$$G_{\text{год}} = \frac{392,7 * 100}{135,5} = 290 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{G_{\text{год}}}{G_d^6} \quad (3.27)$$

де, $G_{\text{год}}$ — годинні витрати борошна на приготування, кг/год.

$$D_{\text{год}} = \frac{290}{100} = 3 \text{ шт}$$

Тоді, за формулою ритм замішування, хв, дорівнює:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (3.28)$$

$$r = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Кількість діж розраховують, виходячи з їх зайнятості на замішування і бродіння напівфабрикатів.

Зайнятість діж t_d хв, обчислюють за формулою:

$$t_d^T = t_{\text{зам}}^T + t_{\text{бр}}^T + t_{\text{дод}} \quad (3.29)$$

де, $t_{\text{зам}}^T$ – тривалість замішування тіста, хв;

$t_{\text{бр}}^T$ – тривалість бродіння тіста, хв

$$t_d^T = 12 + 150 + 10 = 172 \text{ хв}$$

Необхідну кількість діж для приготування тіста визначаю за формулою:

$$D_T = \frac{t_d^T}{r} \quad (3.30)$$

$$D_T = \frac{172}{20} = 9 \text{ шт}$$

Для приготування тіста використовую тістомісильну машину періодичної дії з підкатними діжами А2 – ХТЗБ ($V = 330\text{л}$) і 9 діж для замішування і бродіння тіста.

Температуру води для замішування напівфабрикату t_B^0 °С, обчислюю за формулою:

$$t_B^T = t_T + \frac{G_6^T \cdot C_6 \cdot (t_T - t_6)}{G_B^T \cdot C_B} + n \quad (3.31)$$

де, t_T – задана температура тіста, °С; $t_T = 29$ °С;

G_6^T – кількість борошна в тісті, кг;

t_6 – температура борошна, °С;

G_T – кількість напівфабрикату, кг;

G_B^T – кількість води, внесеної у тісто, кг.

$$t_B^T = 29 + \frac{100 \cdot 1,257 \cdot (29 - 20)}{45,7 \cdot 4,19} + 1 = 35,9 \text{ °С}$$

У таблицю технологічних режимів вносимо розрахункову величину маси шматків $n_{\text{шм}}^T$, кг, з урахуванням прийнятих технологічних затрат на упікання та усихання:

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{G_{\text{хл}} * 100 * 100}{(100 - G_{\text{уп}}) * (100 - G_{\text{ус}})} \quad (3.32)$$

Де $G_{\text{хл}}$ – маса готового виробу, кг ($G_{\text{хл}} - 0,25$ кг);

$G_{\text{уп}}$ – упікання, %

$G_{\text{ус}}$ – усихання, %

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,25 * 100 * 100}{(100 - 20,2) * (100 - 6,0)} = 0,33 \text{ кг}$$

Таблиця 3.10 – Технологічний режим приготування булки «Домашня»

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	29
Кінцева кислотність	град	3,0
Вологість	%	39
Тривалість бродіння	в	150
Маса шматків тіста	кг	0,33
Тривалість вистоювання	хв	50
Температура у вистійній шафі	°C	40
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	22
Температура пекарної камери	°C	200

Розрахунок виробничої рецептури для булки «Флуто» з банановим борошном

Замість тіста для булки «Флуто» з банановим борошном проводитиму також у діжах, періодичним способом. Розрахунок рецептури проводиться аналогічно як для булки «Домашня».

Відповідно до формули (3.25) розраховую максимальну масу борошна, що може бути завантажена у діжу G_6^D , кг [84]:

$$G_6^D = \frac{330 \cdot 35}{100} = 100 \text{ кг/год}$$

Тоді, за формулами (3.26) та (3.27) розраховую кількість діж необхідних для забезпечення годинної продуктивності печі:

$$G_{\text{год}} = \frac{370,2 \cdot 100}{155} = 238,8 \text{ кг/год}$$

$$D_{\text{год}} = \frac{238,8}{100} = 2,3 = 3 \text{ шт}$$

3 діжі беремо до прийому.

Тоді за формулою (3.28) ритм замішування, хв, дорівнює:

$$\tau = \frac{60}{3} = 20 \text{ хв}$$

Зайнятість діж, тд, хв, обчислюю за формулою (3.29):

$$t_d^T = 12 + 120 + 8 = 140 \text{ хв}$$

$$D_T = \frac{140}{20} = 7 \text{ шт}$$

Отже, для здійснення технологічного процесу потрібно 1 тістомісильну машини марки А2 – ХТЗБ та 7 діж.

Температуру води на замішування опари t_B^0 , °С, розраховую за формулою (3.31):

$$t_B^0 = 30 + \frac{100 \cdot 1,257 \cdot (30 - 20)}{28,6 \cdot 4,19} + 1 = 41,4 \text{ °С}$$

Обраховую величину шматків тіста з урахуванням затрат на упікання та усихання за формулою (3.32):

$$n_{\text{шм}}^T = \frac{0,3 \cdot 100 \cdot 100}{(100 - 12,8) \cdot (100 - 3,6)} = 0,35 \text{ кг}$$

Таблиця 3.11 – Технологічний режим приготування булки «Флуто» з банановим борошном

Параметри процесів	Одиниці виміру	Тісто
Початкова температура	°C	31
Кінцева кислотність	град	3,0
Вологість	%	35
Тривалість бродіння	хв	120
Маса шматків тіста	кг	0,35
Тривалість вистоювання	хв	60
Температура у вистійній шафі	°C	45
Відносна вологість у вистійній шафі	%	75
Тривалість випікання	хв	28
Температура пекарної камери	°C	200

3.2. Вибір та обґрунтування технологічних процесів і режимів виробництва

3.2.1. Вимоги до сировини використовуваної для виробництва запроєктованого асортименту

Основними компонентами для виготовлення продукції запропонованого асортименту є:

- Пшеничне борошно вищого сорту — надає тісту легкості й еластичності, забезпечує якісну структуру м'якушки [85].
- Дріжджі — сприяють процесу бродіння та підйому тіста.
- Сіль і цукор — покращують смакові властивості, надають скоринці привабливого кольору та стимулюють активність дріжджів.

Сіль. Сіль доставляється насипом самоскидами, проходить магнітне сепарування в три секції, потім у станції готується 25% насичений розчин, який після фільтрації подається до витратної ємності [83, 86].

Цукор. Цукор надходить у мішках, зберігається на стелажах у сухому складі до 15 днів. Для виробництва використовується у вигляді 50% фільтрованого розчину, який готують на станції і подають до витратної ємності [83, 87].

Дріжджі. Дріжджі постачаються у пресованому вигляді в упаковках по 1 кг, зберігаються в холодильнику при 0–4 °С. Перед використанням їх розпаковують, перевіряють і готують суспензію у співвідношенні 1:3 [83,88].

Маргарин. Маргарин постачається в ящиках по 20 кг і зберігається в холодильнику. Для розтоплення застосовується жиророзчинник [89, 83].

Сухе молоко. Сухе знежирене молоко зберігається в поліетиленових мішках при температурі до 10°C і вологості до 85%, перед використанням розводиться водою [90,83].

Питне молоко. Свіже натуральне молоко надходить на підприємство автоцистернами. Після прибуття воно проходить первинний контроль:

- органолептична оцінка (запах, колір, смак),
- вимірювання температури (не вище 10 °С),
- перевірка кислотності, щільності та відсутності домішок.

Молоко фільтрується через сітчасті фільтри або центрифуги для видалення механічних домішок. Далі його охолоджують до температури 4 ± 2 °С і тимчасово зберігають у холодильних танках [91, 83].

Сметана. Сметану доставляють у герметичній заводській тарі (пластикові відра, контейнери, бідони) із використанням спеціалізованого ізотермічного транспорту або холодильників. Під час транспортування обов'язково дотримуються температури від 2 °С до 6 °С.

Сметана повинна мати однорідну консистенцію, білий або з кремовим відтінком колір, чистий кисломолочний смак і запах. Сметану зберігають у холодильних камерах при температурі від 2 °С до 6 °С, окремо від продуктів з інтенсивним запахом [92, 83].

Яйця. Яйця приймаються згідно з вимогами державних стандартів. Зберігаються у холодильних камерах при температурі 0–4 °С і відносній вологості повітря 85–88%. Термін зберігання не повинен перевищувати 5 діб для харчових яєць у шкаралупі. Перед використанням яйця оглядають — не допускаються забруднені, тріснуті або биті. Здійснюється овоскопія для перевірки свіжості та внутрішнього стану (відсутність плям крові, зміщеного жовтка тощо) [93, 83].

Бананове борошно. Бананове борошно постачається в герметичних паперових або поліпропіленових мішках з внутрішнім полімерним шаром. Зберігається у сухому складі, без різких запахів і прямих сонячних променів, при температурі 10–20 °С і відносній вологості повітря не більше 70% [83].

3.2.2. Обґрунтування та опис технології запроєктованого асортименту

Булка «Домашня» як і булка «Флуто» з банановим борошном виготовлятиметься безопарним способом.

Безопарний спосіб приготування дозволяє вести технологічний процес порційним (періодичним) способом у діжах. Основні особливості цього методу включають:

- Заміс тіста: усі інгредієнти змішуються разом одразу без попереднього приготування опари. Це спрощує процес і скорочує час приготування.
- Контроль температури: важливо враховувати температуру інгредієнтів, так як вона може впливати на реакцію тіста під час замісу.
- Кількість інгредієнтів: точність у дозуванні інгредієнтів і робота з їх співвідношеннями дуже важлива для досягнення правильної консистенції тіста.
- Робочий процес: дотримання правильної послідовності дій і технології змішування інгредієнтів гарантує успішний результат.

Борошно пшеничне на виробництво доставляється спеціальними борошновозами, які забезпечують повністю механізоване транспортування та розвантаження. Із автоцистерни воно надходить у вигляді аерозолі через гнучкий шланг до приймального щита ХЩП-2, а далі — по трубопроводах — до силосів ХЕ-160А, де сортується і зберігається окремо відповідно до типу [83,94].

Потім борошно пшеничне, все ще у формі аерозолі, транспортується трубопроводами з допомогою роторного живильника до бункера-розвантажувача, а далі надходить на просіювач. Просіювання проводиться для видалення домішок (в тому числі феродовмісних) і збагачення борошна киснем з метою покращення хлібопекарських властивостей. Очищене борошно пшеничне спочатку надходить до бункера над вагою, потім — у вагу ДМП-100 для зважування і далі — в підваговий бункер. Після цього воно транспортується у виробничі бункери, а з них — через розподільний шнек — до тістомісильної машини. Також для приготування булки «Флуто» до тістомісильної машини подається вручну підготовлене просіяне бананове борошно.

Рідкі компоненти, що використовуються для приготування напівфабрикатів, зберігаються в спеціальних витратних ємностях у розчиненому вигляді. Вода надходить із міської мережі, збирається в баку холодної води, розташованому в найвищій точці підприємства. Запас холодної води розрахований на 8 годин, а гарячої — на 4 [83, 94].

Тісто для булки «Домашня» і булки «Флуто» з банановим борошном готують у тістомісильних машинах періодичної дії з підкатними діжами типу А2-ХТЗБ. Борошно пшеничне надходить із дозатора Ш2-ХДА, а рідкі інгредієнти — трубопроводом із дозатора рідких компонентів Ш2-ХДБ, подаються на замішування. Процес замішування напівфабрикатів відбувається у тістомісильних машинах, а їх бродіння проходить у діжах. Під час бродіння тісто збільшується в об'ємі у 2–2,5 рази. Після завершення бродіння тісто подається в приймальний бункер тістодільника А2-ХТН. Далі заготовки проходять

округлення після чого вручну формуються вироби (булочки). Булки «Флуто» з банановим борошном формують у вигляді спіралі.

Сформовані вироби розміщуються на листах та відправляються у вистійні шафи Т1-ХРЗ – 80 з температурою 35-40°C і відотною вологістю 75–85% на 50 хвилин для булки «Домашня» та на 60 хв для булки «Флуто» з банановим борошном, поки не досягнуть необхідного об'єму.

Після вистоювання вироби на листах направляються в піч Г4 – ХПН – 25, де випікаються при температурі 200 °С. Булка «Домашня» випікається 22 хвилини, булка «Флуто» з банановим борошном випікається 28 хвилин. У процесі випікання формується структура м'якуша та утворюється рум'яна кірочка. Потім заготовки перевертаються люлькою і надходять на транспортер готової продукції, після чого викладаються у контейнери.

3.2.3. Організація технохімічного і мікробіологічного контролю запроєктованого асортименту.

Технохімічний контроль на хлібопекарському підприємстві — це система аналітичних заходів, спрямована на забезпечення стабільної якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції шляхом лабораторного контролю та відповідності нормативним вимогам.

Метою технохімічного контролю є:

- Забезпечення високої якості хлібобулочних виробів.
- Раціональне використання сировини та енергоресурсів.
- Своєчасне виявлення і попередження відхилень у технологічному процесі.
- Дотримання вимог державних стандартів (ДСТУ, ТУ) до хлібопекарської продукції.

На підприємстві технохімічному контролю підлягають **сировина** (борошно, дріжджі, сіль, цукор, вода тощо). Проводять визначення вологості, зольності, клейковини, кислотності; відповідність фізико-хімічним показникам за ДСТУ. **Напівфабрикати** (опара, тісто): Контролюють тривалість бродіння, кислотності, консистенції; органолептична оцінка. **Готова продукція**. Визначають вологість, пористість, кислотність. Аналізують зовнішній вигляд, смак, запах; проводять контроль маси, об'єму та збереження форми.

Контроль здійснюється у виробничій лабораторії підприємства, яка функціонує згідно з регламентом внутрішнього контролю. Лаборанти проводять регулярні дослідження та вносять дані до контрольних журналів. На основі результатів можуть коригуватися технологічні параметри (наприклад, тривалість вистоювання тіста чи температура випікання) [95].

Технохімічний контроль є невід'ємною частиною виробничого процесу на хлібопекарському підприємстві. Він забезпечує якість продукції, її відповідність нормативам та конкурентоспроможність на ринку.

Таблиця 3.12 – Метрологічне забезпечення виробництва хлібобулочних виробів [95].

Об'єкт контролю	Показники якості, що контролюються	Метод контролю	Періодичність контролю	Контролюючий
1	2	3	4	5
Підготовка сировини до виробництв: Борошно, дріжджі, сіль, цукор, маргарин, вода	Колір, смак, сорт, запах, вологість наявність шкідливих м/о, зараженість шкідниками	Органолептично, лабораторне дослідження	Кожну партію	Технолог
Тісто	Вологість, кислотність	Висушуванням, титруванням	Кожну порцію	Технолог
Бродіння тіста	Тривалість бродіння	Годинником	Кожну порцію	Технолог
Розробка	Точність поділу	Зважуванням	Кожну порцію	Технолог
Остаточне вистоювання	Форма, колір, вологість	Вибірково	Один раз в зміну	Технолог
	Тривалість вистоювання	Годинником	Один раз в зміну	Технолог
Випікання	Тривалість випікання, готовність виробів	За допомогою реле часу, по температурі в центрі м'якушки	При випікання	Технолог
Хлібосховище	Температура та відносна вологість, стан лотків	Психрометром, візуально	Один раз в зміну	Технолог
Готові вироби	Зовнішній вигляд, маса готового виробу, вологість, кислотність	Органолептично, Висушуванням в СЕШ при t 130°C, титруванням	Один раз в зміну	Технолог

3.3. Забезпечення технологічного процесу виробництва запроєктованого асортименту

3.3.1. Розрахунок витрат сировини і площ для її зберігання

Розрахунок витрат сировини для булки «Домашня»:

Розраховую годинні витрати борошна, $G_6^{\text{год}}$, кг/год за формулою [84]:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{392,7 \cdot 100}{135,5} = 290 \text{ кг/год}$$

Добова витрата борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, складає:

$$G_6^{\text{доб}} = G_6^{\text{год}} \cdot 23 \quad (3.33)$$

$$G_6^{\text{доб}} = 290 \cdot 23 = 6\,670 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату дріжджів за формулою:

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot C}{100} \quad (3.34)$$

де, C – маса дріжджів.

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 3,0}{100} = 200,1 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову витрату солі, кг:

Для розрахунку добової витрати солі використовую показник витрати товарної кухонної солі, G_c^T , % до маси борошна, який обчислюю за формулою:

$$G_c^T = \frac{C_s \cdot 100}{(100 - W_c) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot H} \quad (3.35)$$

$$G_c^T = \frac{1,3 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,33 \text{ кг}$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{G_6^{\text{доб}} \cdot G_c^T}{100} \quad (3.36)$$

$$G_c^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 1,33}{100} = 88,7 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу маргарину за формулою (3.34):

$$G_m^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 7,0}{100} = 466,9 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби цукру:

$$G_{\text{ц}}^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 10,0}{100} = 667 \text{ кг/доб}$$

Здійснюю розрахунок потреби добової сухого молока:

$$G_{\text{м.с}}^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 2,0}{100} = 133,4 \text{ кг/доб}$$

Проводжу розрахунок добової потреби яєць:

$$G_{\text{я}}^{\text{доб}} = \frac{6670 \cdot 6,0}{100} = 400,2 \text{ кг/доб}$$

Розрахунок витрат сировини для булки «Флуто» з банановим борошном:

Витрати за годину борошна $G_6^{\text{год}}$, кг/год, розраховую згідно формули:

$$G_6^{\text{год}} = \frac{370,2 \cdot 100}{155,0} = 238,8 \text{ кг/год}$$

Витрату добову борошна $G_6^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.33):

$$G_6^{\text{доб}} = 238,8 \cdot 23 = 5\,492,4 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу дріжджів $G_{\text{др}}^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую відповідно до формули (3.34):

$$G_{\text{др}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 5,0}{100} = 274,6 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу солі, $G_{\text{с}}^{\text{доб}}$, кг/доб, розраховую за формулою (3.36), для цього розраховую витрату товарної солі за формулою (3.35):

$$G_{\text{с}}^{\text{т}} = \frac{1,0 \cdot 100}{(100 - 0,25) \cdot \frac{100 - 0,85}{100} - 0,6 \cdot 0,85} = 1,02 \text{ кг}$$

$$G_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 1,02}{100} = 56,0 \text{ кг/доб}$$

Добову потребу питного молока $G_{\text{м.п}}^{\text{доб}}$, кг/доб (3.34):

$$G_{\text{м.п}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 4,0}{100} = 220 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу цукру білого $G_{\text{б.ц}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{б.ц}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 15}{100} = 823,8 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу сметани $G_{\text{см}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{см}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 4,0}{100} = 220 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу яєць $G_{\text{я}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{я}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 8}{100} = 439,3 \text{ кг/доб}$$

Розраховую добову потребу бананового борошна $G_{\text{б.б}}^{\text{доб}}$, кг/доб:

$$G_{\text{б.б}}^{\text{доб}} = \frac{5492,4 \cdot 10,0}{100} = 549,24 \text{ кг/доб}$$

Таблиця 3.13 – Добова витрата сировини

Сировина	Булка «Домашня»	Булка «Флуто» з банановим борошном	Разом
Борошно пшеничне вищого сорту	6 670	5 492,4	12 162,4
Дріжджі хлібопекарські пресовані	200,1	274,6	474,7
Сіль кухонна харчова	88,7	56	114,7
Цукор білий	667	823,9	1490,9
Маргарин	466,9	-	466,9
Яйця	400,2	439,3	839,5
Сухе молоко	113,4	-	113,4
Питне молока	-	220	220
Сметана	-	220	220
Борошно бананове	-	549,24	549,24

Розрахунок площ для зберігання сировини

Таблиця 3.14 – Сумарний запас сировини для виробництва виробів

Найменування сировини	Добові витрати	Спосіб зберігання	Нормативні терміни зберігання	Запас, діб	Необхідний запас сировини
Борошно пшеничне вищого сорту	12 162,4	Склад БЗБ	6 – 8 місяців	7	85136,8
Дріжджі хлібопекарські пресовані	474,7	В ящиках на полицях	12 діб	3	1424,1
Сіль кухонна харчова	114,7	В мішках (8 рядів)	1 рік	15	1720,5
Цукор білий	1490,9	В мішках (8 рядів)	4 роки	15	22357,5
Маргарин	466,9	В ящиках	15 діб	5	2334,5
Яйця	839,5	В ящиках на полицях	15 діб	3	2518,5
Суше молоко	113,4	В ящиках	1 рік	15	1701
Питне молока	220	В цистернах	3 доби	1	220
Сметана	220	В герметичних контейнерах	7 діб	3	660
Борошно бананове	549,24	В мішках	6 – 8 місяців	7	3844,68

Здійснюю розрахунок площ необхідних для зберігання сировини:

Розраховую потрібну площу складу для сировини за формулою [84]:

$$F_c = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{сер}}} \quad (3.37)$$

де, $G_{\text{сир}}$ – запас сировини, що зберігається;

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 , кг/м^2 (для солі – 800, для дріжджів – 540, для маргарину – 400, для сметани – 300, для цукру – 800, для сухого молока – 540, для молока питного – 400, для яєць – 300).

Площа складу для солі:

$$F_c^c = \frac{1720,5}{800} * 1,5 = 3,2 \text{ м}^2$$

Для цукру:

$$F_{ц}^c = \frac{22357,5}{800} * 1,5 = 42 \text{ м}^2$$

Площа складу для зберігання сухого молока:

$$F_{м.с}^c = \frac{1701}{540} * 1,5 = 4,7 \text{ м}^2$$

Площа для зберігання яєць:

$$F_{я}^c = \frac{2518,5}{300} = 12,6 \text{ м}^2$$

Площа для зберігання бананового борошна:

$$F_{м}^c = \frac{3844,68}{600} = 6,4 \text{ м}^2$$

Розраховую необхідну площу холодильної камери для зберігання дріжджів:

$$F_{др}^c = \frac{1424,1}{540} = 4 \text{ м}^2$$

Сметани:

$$F_c^c = \frac{660}{300} * 1,5 = 3,3 \text{ м}^2$$

Питного молока:

$$F_{м.п}^c = \frac{220}{400} * 1,5 = 0,8 \text{ м}^2$$

Маргарину:

$$F_{м}^c = \frac{2334,5}{540} * 1,5 = 6,5 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.15 – Розрахунок площі складу тарного зберігання сировини

Вид сировини	Необхідний запас, т	Середнє навантаження	Площа для зберігання, м ²
Борошно пшеничне вищого сорту	36,5	-	-
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,4	0,54	$F = 1,4 \div 0,54 = 4$ м ²
Сіль кухонна харчова	1,7	0,8	$F = 1,7 \div 0,8 = 3,2$ м ²
Цукор пісок	22,3	0,8	$F = 22,3 \div 0,8 = 42$ м ²
Маргарин	2,6	0,54	$F = 0,26 \div 0,54 = 6,5$ м ²
Сухе молоко	1,7	0,54	$F = 1,7 \div 0,54 = 4,7$ м ²
Питне молоко	0,2	0,4	$F = 0,2 \div 0,4 = 0,8$ м ²
Сметана	0,6	0,3	$F = 0,6 \div 0,3 = 3,3$ м ²
Яйця	2,5	0,3	$F = 2,5 \div 0,3 = 12,6$ м ²
Борошно бананове	6,4	0,65	$F = 6,4 \div 0,65 = 9,8$ м ²
Разом	-	-	86,9 м ²

Таким чином площа складу для тарного зберігання сировини становитиме

$$F_{\text{заг}} = 4 + 3,2 + 6,5 + 4,7 + 0,8 + 12,6 + 3,3 + 42 + 9,8 = 86,9 \text{ м}^2, \text{ приймаємо } 87 \text{ м}^2.$$

3.3.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Розрахунок місткостей для зберігання борошна:

Необхідну кількість силосів для безтарного зберігання борошна розраховую за формулою [84]:

$$N = \frac{G_6^{\text{доб}} * t}{V_6} \quad (3.38)$$

де, $G_6^{\text{доб}}$ – добові витрати борошна одного сорту, т;

V_6 – ємність одного бункера, т ($V_6 = 29000$).

t – норма запасу борошна ($t = 7$ діб)

$$N = \frac{12162,4 \cdot 7}{29000} = 3 \text{ шт}$$

Приймаю до встановлення силоси марки ХЕ–160А у кількості 4 штуки. 3 – згідно розрахунків і 1 додатковий для зберігання борошна.

Розрахунок обладнання силосно – просіювального відділення:

Відповідно для даних виробів необхідне борошно пшеничне вищого сорту.

Розраховую кількість борошняних ліній за формулою:

$$N_{б.л} = \frac{G_6^{год}}{Q_{б.л}^{год}} \quad (3.39)$$

де, $G_6^{год}$ - витрати борошна за годину;

$Q_{б.л}^{год}$ – годинна продуктивність борошняної лінії т/год (приймають на 5 – 10% меншою за продуктивність просіювача).

Для розрахунку приймаю просіювач пірамідальний бурат марки «ПБ – 1,5», продуктивність згідно технологічних характеристик становить 1500 кг/год.

$$N_{б.л} = \frac{392,7 + 238,8}{0,15 \cdot 90\%} = 0,46 = 1 \text{ шт}$$

До встановлення приймаю одну просіювальну лінію.

Для зберігання підготовленого борошна установлюють виробничі бункери. Їх кількість повинна забезпечувати двогодинний запас борошна.

Потрібний об'єм виробничого бункера м² обчислюю за формулою:

$$V_{бун} = \frac{G_6^{год} \cdot t}{\rho_b} \quad (3.40)$$

де, $G_6^{год}$ – витрати борошна для приготування напівфабрикату за годину, кг/м³;

t – запас борошна в бункері, год (t = 2 год);

ρ – об'ємна маса борошна, кг/м³ ($\rho = 650$ кг/м³).

$$V_{бун} = \frac{631,5 \cdot 2}{650} = 1,9 \text{ м}^2$$

Кількість виробничих бункерів визначається за формулою:

$$N_b = \frac{V_{бун}}{V} \quad (3.41)$$

де, V – місткість бункеру, т; бункер марки ХЕ-63В має місткість $V = 1,0 \text{ м}^3$

$$N_{\text{в}} = \frac{1,9}{1} = 2 \text{ шт}$$

Обчислюю тривалість заповнення виробничого бункера, хв, за формулою:

$$t_{\text{зап}} = \frac{V_{\text{бун}} \cdot \rho_{\text{б}} \cdot 60}{Q_{\text{б.л}}^{\text{год}}} \quad (3.42)$$

$$t_{\text{зап}} = \frac{1,9 \cdot 650 \cdot 60}{1,5 \cdot 90\%} = 55 \text{ хв}$$

Встановлюємо 2 виробничі бункери для зберігання борошна.

Обрахунок обладнання для розробки напівфабрикатів.

Тістоподільники

Виравовую кількість тістових заготовок за хвилину $N_{\text{д}}$, відповідно до формули [84]:

$$N_{\text{д}} = \frac{P_{\text{год}}}{g \cdot 60} \quad (3.43)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печей, кг/год;

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг.

Для булки «Домашня»:

$$N_{\text{д}} = \frac{392,7}{0,25 \cdot 60} = 26 \text{ шт/хв}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$N_{\text{д}} = \frac{370,2}{0,3 \cdot 60} = 20 \text{ шт/хв}$$

Необхідну кількість тістоподільників, шт для даних виробів визначаю за формулою:

$$N = \frac{N_{\text{д}} \cdot x}{n_{\text{д}}} \quad (3.44)$$

де x – коефіцієнт запасу, що враховує зупинку тістоподільника та брак на шматки ($x = 1,04 - 1,05$);

$n_{\text{д}}$ – продуктивність тістоподільника за хвилину ($n_{\text{д}} = 40$).

Для булки «Домашня»:

$$N = \frac{26 \cdot 1,05}{40} = 0,6 = 1 \text{ шт}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$N = \frac{20 \cdot 1,05}{40} = 0,5 = 1 \text{ шт}$$

Розраховую коефіцієнт використання тістоподільників за формулою:

$$\eta = \frac{N_{\text{д}}}{N} \leq 1 \quad (3.45)$$

Для булки «Домашня»:

$$\eta = \frac{26}{40} = 0,6 \leq 1$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$\eta = \frac{20}{40} = 0,5 \leq 1$$

Для розробки даних виробів встановлюю тістоподільник А–2ХТН з лопатевим нагнітачем тіста (від 8 до 40 шт/хв), в кількості 2 штуки, для поділу кожного виду тіста.

Попереднє вистоювання для виробів не проводиться.

Остаточне вистоювання

Розрахунок вистійних шаф:

Кількість кошиків в шафі розраховую за формулою [84]:

$$N_{\text{р}}^n = \frac{P_{\text{год}} \cdot t_{\text{вис}}}{60 \cdot g} \quad (3.46)$$

де, $t_{\text{вис}}$ – період вистоювання, хв;

Для булки «Домашня»:

$$N_{\text{р}}^n = \frac{392,7 \cdot 50}{60 \cdot 0,25} = 1309 \text{ шт}$$

$$N_{\text{р.к}} = \frac{1309}{18} = 73 \text{ шт}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$N_{\text{р}}^n = \frac{370,2 \cdot 60}{60 \cdot 0,3} = 1234 \text{ шт}$$

$$N_{\text{р.к}} = \frac{1234}{18} = 69 \text{ шт}$$

Таким чином, для булки «Домашня» та для булки «Флуто» з банановим борошном встановлюю вистійні шафи марки Т1-ХРЗ-80 по 1 шт;

Розрахунок ємності хлібосховища та експедиції.

Розраховую кількість лотків за годину для зберігання виробів, за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n * g_{\text{в}}} \quad (3.47)$$

$P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

$g_{\text{в}}$ – маса виробу, кг; $g_{\text{в}} = 0,25$ кг; $0,3$ кг.

n – кількість виробів на лотку, шт; ($n = 20$ шт; 16 шт)

Для булки «Домашня»:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{392,7}{20 * 0,25} = 78 \text{ шт}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{370,2}{16 * 0,3} = 77 \text{ шт}$$

Потрібна кількість контейнерів на годину для зберігання виробів:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{л}}^{\text{год}}}{N_{\text{л}}} \quad (3.48)$$

$N_{\text{л}}$ – кількість лотків на контейнері ($N_{\text{л}} = 8$ шт).

Для булки «Домашня» кількість контейнерів за годину буде:

$$N_{\text{год}} = \frac{78}{8} = 9,75 = 10 \text{ шт}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном кількість контейнерів становитиме:

$$N_{\text{год}} = \frac{77}{8} = 9,6 = 10 \text{ шт}$$

Розраховую ритм заповнення контейнерів, хв за формулою:

$$R = \frac{60}{N_{\text{год}}} \quad (3.50)$$

Для булки «Домашня» ритм становить:

$$R = \frac{60}{10} = 6 \text{ хв}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$R = \frac{60}{10} = 6 \text{ хв}$$

Необхідна кількість контейнерів на термін зберігання:

$$N_{\text{в}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}}}{n_{\text{в}} * g_{\text{в}} * N_{\text{в}}} \quad (3.51)$$

Для булки «Домашня»:

$$N_{\text{в}} = \frac{392,7 * 8}{30 * 0,25 * 8} = 52 \text{ шт}$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$N_{\text{в}} = \frac{370,2 * 8}{30 * 0,3 * 8} = 41 \text{ шт}$$

Кількість загальна контейнерів марки А2-ХМТ-25 для зберігання булки «Домашня» визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N * 2 + 20\% \quad (3.52)$$

$$N_{\text{заг}} = 52 * 2 + 20\% = 125 \text{ шт}$$

Для зберігання булки «Флуто» з банановим борошном контейнерів загальна кількість становитиме:

$$N_{\text{заг}} = 41 * 2 + 20\% = 98 \text{ шт}$$

Для двох виробів становитиме контейнерів в загальному потрібно:

$$N_{\text{заг}} = 125 + 98 = 223 \text{ шт}$$

Визначаю площу хлібосховища для виробів за формулою [84]:

$$S_{\text{хл}} = \frac{P_{\text{год}} * t_{\text{зб}} * 30}{1000} \quad (3.53)$$

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

$t_{\text{зб}}$ – період зберігання, год.

Для булки «Домашня» :

$$S_{\text{хл}} = \frac{392,7 * 8 * 30}{1000} = 94 \text{ м}^2$$

Для булки «Флуто» з банановим борошном:

$$S_{\text{хл}} = \frac{370,2 \cdot 8 \cdot 30}{1000} = 89 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

$$S_{\text{хл}} = 94 + 89 = 183 \text{ м}^2$$

Обраховую площу експедиції:

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot S_{\text{хл}} \quad (3.54)$$

$$S_{\text{експ}} = 0,2 \cdot 183 = 36,6 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу експедиції 37 м²

Таблиця 3.16 – Специфікація основного технологічного обладнання [94, 96]

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість	Габаритні розміри
1	Приймальний щиток ХЦП - 2	4	-
2	Борошнопровід	4	-
3	Фільтр ХЕ-161	4	-
4	Силос ХЕ-160А	4	Геометричний об'єм м ² d = 2652мм, h = 12180мм
5	Тензометричний датчик	4	-
6	Роторний живильник	4	-
7	Бункер – розвантажувач	1	-
8	Просіювач Пірамідальний бурат «ПБ – 1,5»	1	452×620×870
9	Виробничі бункери ХЕ – 63В	2	Геометричний об'єм V = 1м ³
10	Дозатор борошна Ш2 - ХДА	1	1540×870×1930
11	Бак холодної води	1	-
12	Бак гарячої води	1	-
13	Солерозчинник ХСР 3/2	1	-
14	Дріжджемішалка Х – 14	1	-
15	Дозатор рідких компонентів Ш2–ХДБ	2	1600×600×1500

Прод. табл. 3.16

16	Тістомісильна машина А2-ХТ-3Б	2	-
17	Діжа підкатна	16	Об'єм 330 л
18	Тістоподільник А2-ХТН	2	Кількість заготовок за хвилину від 8 до 60 2700*915*115
19	Вистійна шафа Т1 – ХРЗ – 80	2	Кількість робочих колик 80 шт 10550*1506*1960
20	Г4 – ХПН – 25	2	Розмір поду 1200×2100
21	Контейнери А2–ХМТ–25	223	900×836×1737

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці

Обов'язки роботодавця щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці

Організація охорони праці повинна здійснюватися за Законом України «Про охорону праці» Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії на хлібопекарських підприємствах, санітарними правилами для підприємств хлібопекарської промисловості [99].

Статтею 153 КЗпП передбачено, що на всіх підприємствах, в установах та організаціях мають бути створені безпечні та нешкідливі умови праці. Прерогатива іншого документа – Закону про охорону праці. Статтею 13 цього Закону встановлено обов'язки роботодавця щодо організації та функціонування системи ОП на підприємстві [99].

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці згідно з нормативно-правовими актами, а також забезпечити дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у сфері ОП. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління ОП, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань ОП, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективний договір і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня ОП;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

— впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з ОП тощо;

— забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

— забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

— організовує проведення аудиту ОП, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з ОП в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

— розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з ОП, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з ОП, безоплатно забезпечує працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з ОП;

— здійснює контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з ОП;

— організовує пропаганду безпечних методів праці та співпрацю з працівниками у галузі ОП;

— вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків [100]

На підставі вище зазначених документів на підприємствах мають бути розроблені та затверджені інструкції з техніки безпеки для всіх професій згідно з положенням про розробку інструкції з охорони праці.

Керівники підприємства та структурних підрозділів повинні забезпечити навчання робітників з правил безпеки праці.

Усі працівники при прийнятті на роботу та під час роботи повинні проходити навчання, інструктаж і перевірку знань, з питань охорони праці та пожежної безпеки у відповідності з розробленими і затвердженими керівником підприємства нормативними актами згідно з типовим положенням про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, з типовим положенням про спеціальне навчання, інструктаж та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України. Працівники мають бути забезпечені санітарним одягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм, мати раціональний режим роботи і відпочинку, бути забезпеченими індивідуальними засобами захисту [100].

Таблиця 4.1 – Забезпечення працівників ЗІЗ відповідно до діючих норм

Вид ЗІЗ	Призначення	Нормативна база
Респіратори / маски	Захист дихальних шляхів від борошняного пилу	ДСТУ EN 149:2007
Робочі рукавички	Захист рук від високих температур та механічних ушкоджень	НПАОП 0.00-1.35-98
Халати, фартухи	Захист шкіри від борошна та хімічних засобів	ДСанПіН 3.3.2-7:2016
Захисні окуляри	Захист очей від пари та хімічних речовин	НПАОП 0.00-1.35-98
Взуття з антиковзкою підошвою	Захист ніг від травм та падіння предметів	ДСТУ EN ISO 20345:2011

Для створення безпечних умов праці виробничі приміщення повинні мати необхідні площу, висоту, освітленість, вентиляцію, східці, драбинки, площадки мають бути огорожені поручнями [100].

4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Характеристика засобів техніки безпеки та виробничої санітарії на дільниці, в цеху, що проєктується

У кожному підприємстві у різних цехах є технічне обладнання. Всі його частини, що рухаються, оснащують сітчастими або суцільними огороженнями, проводять термоізоляцію гарячих поверхонь апаратів, трубопроводів і баків. Машини, транспортери й огороження повинні мати механічне та електричне блокування, бути заземленні, а також обладнанні сигналізацією, яка при пуску і зупинці машини автоматично приводиться у дію [101].

Між обладнанням мають бути проходи і проїзди, що забезпечують безпечне обслуговування і ремонт.

Особливу увагу слід приділяти охороні ізоляцій електромереж від руйнування та вологи. На цих ділянках дозволяється користуватися лише низьковольтною напругою.

Одним із кліматичних факторів, що впливає на самопочуття працюючих є надлишкове тепло, яке надходить у навколишнє середовище від нагрітого технологічного обладнання, трубопроводів, печей. Показники, що характеризують оптимальні і допустимі метеорологічні умови в тісто-приготувальному відділенні є температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря.

Згідно з встановленими нормами в тісто-приготувальному відділенні температура не повинна перевищувати 25°C, а в зимовий період 15-19°C, відносна вологість повітря становить 30-60%. Для забезпечення нормальних умов у всіх приміщеннях встановлена припливно-витяжна вентиляція. Для зменшення виділень тепла тепловиділяюче обладнання покривають шаром

ізоляції. Над ваннами для миття інвентаря і під ваннами для розтоплення жиру мають бути встановлені витяжні парасольки, від яких передбачені примусові витяжки. На робочих місцях, розташованих безпосередньо біля печей використовується центральна обдуваюча система. Швидкість повітря в системі 1,5-2 м/с.

Підвищений рівень шуму і вібрації негативно впливає на стан здоров'я працюючих та може сприяти виникненню професійних захворювань. Джерелами шуму та вібрації є технологічне та транспортне обладнання. Для зниження звукового та вібраційного навантаження від механічного устаткування, або окремих об'єктів інфраструктури використовують спеціалізоване обладнання або матеріали, що мають поглинаючі або захисні (відбиваючі) властивості. Для захисту від шуму, що спричиняється обладнанням на виробництвах, його вкривають шумопоглинаючими засобами.

Основними несприятливими речовинами і виділеннями при виготовленні хлібних виробів є борошняний пил, діоксид вуглецю, тепло- і волого виділення.

У тарних і безтарних складах зберігання борошна мають бути встановлені засоби уловлювання пилу, забезпечення герметизації і максимальне ущільнення стиків і з'єднань у технологічному обладнанні, шнеках, трубопроводах для попередження запилювання, обладнання повинне бути заземлене [101].

Джерела світла і світильники повинні забезпечити необхідну освітленість робочих місць. Мають бути впроваджені заходи, що забезпечують загально-обмінну та місцеву вентиляцію, яка створила б комфортні параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях у холодну і теплу пори року.

Хлібозаводи за пожежною безпекою належать до категорії В. В їх виробничих приміщеннях мають бути передбачені заходи по попередженню вибухів, виникненню пожеж, засоби їх гасіння, сигналізації, питання пожежного водопостачання, шляхи евакуації людей [101].

У виробничих цехах забороняється носити прикраси, зберігати на робочих місцях сторонні предмети і продукти харчування, скляний посуд. Для кожної

виробничої дільниці та робочого місця повинен бути встановлений перелік інвентарю (скребки, щітки, відра та ін.) і місце його зберігання. У виробничих приміщеннях не повинно бути битого скла. Скляна електроосвітлювальна апаратура у цехах підлягає обліку. Термометри, ареометри, денсиметри, скляний посуд і весь інвентар цехової лабораторії передається із зміни у зміну змінними технологами з відповідною позначкою у спеціальному журналі. Хлібні крихти та тісто, що впало на підлогу, вважаються санітарним браком, їх необхідно збирати у спеціальну тару і вилучати з виробничого приміщення. Необхідно чітко виконувати інструкцію щодо попередження захворювання хліба картопляною хворобою.

У цеху для миття обладнання та приміщень переважно використовують розчин кальцинованої соди, а також мийні засоби й порошки, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду. Кальцинована сода у водних розчинах розкладається з утворенням їдкого лугу і гідрокарбонату, які мають здатність омилювати забруднену поверхню і руйнувати білкові залишки, тому вона є поширеним мийним засобом. Для ручного миття рекомендується використовувати підігрітий до 50-60°C 0,5%-ний розчин кальцинованої соди. Інвентар краще замочувати розчином, підігрітим до 70-80°C. Для дезинфекції обладнання і приміщень використовують хлоровмісні засоби — хлорне вапно, хлорамін, антисептол, а також четвертинні амонійні сполуки — препарати. Ефективність обробки дезинфікуючими засобами залежить від вмісту в них активної речовини, тривалості дії та температури розчину. Хлоровмісні дезинфікуючі препарати з підвищеною температурою розчинів чинять корозійну дію на метал. Тому їх слід застосовувати при температурі, не вищій за 45-50°C. Нержавіюча сталь і гума, що застосовуються в обладнанні, мало піддаються корозії від дії хлоровмісних дезинфікуючих засобів. Четвертинні амонійні сполуки не чинять корозійної дії на метал, дерево, пластик, бетон, гуму, але при температурі, вищій за 45-50°C, їх токсичність підвищується. Тому температура робочих розчинів не повинна перевищувати 45°C.

Виконання санітарних правил для всіх працівників хлібопекарського підприємства є обов'язковим. Контроль за виконанням гігієнічного режиму і санітарних правил на підприємстві у цеху покладається на завідувача виробництва і майстрів змін. Відповідальність за створення належних умов і виконання санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівника підприємства.

ВИСНОВКИ

Бананове борошно є універсальною, поживною та екологічно чистою альтернативою традиційним видам борошна. Завдяки своїм властивостям воно є перспективним інгредієнтом як для споживачів, що дотримуються безглютенової дієти, так і для тих, хто цікавиться впровадженням нової сировини та підтриманням сталих харчових практик.

Бананове борошно характеризується високим вмістом харчових волокон, які позитивно впливають на функціонування травної системи. Крім того, у його складі містяться необхідні поживні речовини, зокрема калій, магній та вітамін С, що сприяють підтриманню загального стану здоров'я.

У ході експериментальних досліджень були здійснені пробні випікання булочок і проведено оцінку їх якості. Встановлено, що при внесенні 10–20 % бананового борошна до маси пшеничного тіста підвищуються в'язкість і пластичність, покращується рівномірність пористості та стабільність структури виробів у процесі випікання. Природний легкий солодкуватий присмак, бананове борошно надає готовим виробам приємного фруктового аромату. Тому, враховуючи значну кількість переваг, бананове борошно є доцільним для використання в рецептурах булочних виробів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Giannou V, Lebesi D, Tzia C. Packaging and shelf-life prediction of bakery products. *Bak Prod Sci Technol*. 2014;11:355-371.
2. Загальна технологія харчових виробництв / А.А. Дубініна, Ю.М. Хацкевич, Т.М. Попова, С.О. Ленерт. – Харків: ХДУХТ, 2016. – 497 с.
3. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. – Київ: НУХТ, 2003. – 570 с.
4. Литвинюк О.П. Інноваційна реструктуризація хлібопекарських підприємств [Електронний ресурс] / О. П. Литвинюк // Проблеми економіки підприємств в сучасних умовах. – 2015. – С. 72–74. (дата звернення 18.07.2025)
5. Іоргачова К.Г. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок: монографія. Київ: К-Прес, 2015. 464 с.
6. Lina, B.A.R.; Jonker, D.; Kozianowski, G. Isomaltulose (Palatinose®): A review of biological and toxicological studies. *Food Chem. Toxicol*. 2002, 40, 1375–1381.
7. Lu, Y.; Levin, G.V.; Donner, T.W. Tagatose, a new antidiabetic and obesity control drug. *Diabetes Obes. Metab.* 2008, 10, 109–134.
8. Rubio-Arreaez, S.; Benavent, C.; Ortolá, M.D.; Castelló, M.L. Influence of low glycemic index sweeteners on antioxidant, sensory, mechanical, and physicochemical properties of a watermelon jelly. *J. Food Qual.* 2018. URL: <https://doi.org/10.1155/2018/8412017> (дата звернення 21.07.2025)
9. World Health Organization WHO. Obesity and Overweight. Descriptive Note; World Health Organization Document Production Services: Geneva, Switzerland, 2016; Available online: URL:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/> (дата звернення 20.07.2025)
10. Abdalbasit, A.; Gasmalla, M.; Yang, R.; Hua, X. Stevia rebaudiana Bertoni: An alternative sugar replacer and its application in food industry. *Food Eng. Rev.* 2014, 6, 150–162.

11. Martinez-Saez N., Tamargo Garcia A., Dominguez Perez I., Rebollo-Hernans M., Mtrsias M., Morales F.J., Martin-Cabrejas M.A., del Castillo M.D. Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. *Food Chem.* 2017; 216:114-122.

12. ASBRAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO. Guia para uma alimentação saudável em tempos de COVID-19. São Paulo, 2020. URL: <https://www.asbran.org.br/storage/downloads/files/2020/03/guia-alimentar-covid-19.pdf> (дата звернення 26.07.2025)

13. Alves, D. T., Nascimento, M. H. da S., & Martins, E. M. F. (2021). Pães enriquecidos com Ora-Pro-Nóbis: elaboração e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial/ Bread enriched with Ora-Pro-Nobis: elaboration and physicochemical, microbiological and sensorial evaluation. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 12633–12646.

14. Fideles MC. Modificação física de farinha de araruta para aplicação em massa alimentícia enriquecida com coprodutos agroindustriais. [Master's thesis, Universidade Federal de Goiás]. 2018. URL: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9260> (дата звернення 26.07.2025)

15. Gaiguer L, Toledo E. Detecção e quantificação de glúten em pães rotulados como livres de glúten. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*. 2020; 36(70): 117–131

16. Dias TGG. Abordagem dos aspectos tecnológicos, nutricionais e de consumo em produtos de panificação adicionados de farinhas de frutos da região amazônica e de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC). [Bachelor's thesis, Fundação Universidade Federal de Rondônia]. 2021.

17. Estanech AF da C, da Cunha Júnior PC, Teles ASC, et al. Desafios e estratégias da aplicação de farinhas fermentadas na fortificação de massas alimentícias: uma revisão. *Observatório de la Economía Latinoamericana*. 2023; 21(7):6386–6401.

18. Chen WJL, Anderson JW (1986). Hypocholesterol effect of soluble fiber. In: Vahouny, G.V. and Krichevsky, D.E. (Eds). *Dietary Basic and Clinical Aspect*. pp. 275-286.
19. Juárez-García E, Agama-Acevedo E, Sáyago-Ayerdi SG, Rodríguez-Ambríz SL, Bello-Pérez LA (2006). Composition, digestibility and application in bread making of banana flour. *Plant Foods Hum. Nutr.* 61: 131-137.
20. Aparicio-Saguilan A, Sayago-Ayerdi SG, Vargas-Torres A, Tovar J, Ascencio-Otero TE, Bello-Pérez LA (2007). Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *J. Food Comp. Anal.* 20: 175-181.
21. Rungsinee S, Natcharee P (2007). Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. *Food Res. Int.* 40: 365-370.
22. M. Ovando-Martínez, S. G. Sáyago-Ayerdi, E. AgamaAcevedo, I. Goni and L. A. Bello-Pérez, "Unripe Banana Flour as an Ingredient to Increase the Undigestible Carbohydrates of Pasta," *Food Chemistry*, Vol. 113, No. 1, 2009, pp. 121-126.
23. Izonfuo WAL, Omuaru VOT (1988). Effect of ripening on the chemical composition of plantain peels and pulps (*Musa paradisiaca*). *J. Sci Food and Agric.* 45: 333-336.
24. Ayo-Omogie HN, Adeyemi IA, Otunola ET (2010). Effect of ripening on some physicochemical properties of cooking banana (*Musa ABB Cardaba*) pulp and flour. *Int. J. Food Sci & Technol.* 45(12): 2605-2611.
25. Ніколенко М. Р. Методи визначення поживної цінності бананів різного походження в умовах науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів агропромислового комплексу URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/6738/1/Ніколенко%20М.%20Р..pdf> (дата звернення 4.08.2025)
26. FAOSTAT. (2020). Production quantity of banana-2018. Food and Agriculture Organisation of the United Nations URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата звернення 4.08.2025)

27. Mathew N. S., & Negi, P. S. (2017). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 196, 124–140.
28. Gomes S., Vieira B., Barbosa C., & Pinheiro R. (2020). Evaluation of mature banana peel flour on physical, chemical and texture properties of a gluten free Rissol. *Journal of Food Processing and preservation* URL: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14441> (дата звернення 4.08.2025)
29. Khawas P., & Deka S. C. (2016). Comparative nutritional, functional, morphological, and diffractogram study on culinary banana (*Musa ABB*) peel at various stages of development. *International Journal of Food Properties*, 19(12), 2832–2853.
30. Emaga T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet B., Tchango J. T., & Paquot M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2), 590–600.
31. Alba K, MacNaughtan W, Laws AP, Foster TJ, Campbell GM, Kontogiorgos V (2018) Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace *Food Hydrocoll* 81:398–408.
32. Garcia-Amezquita LE, Tejada-Ortigoza V, Heredia-Olea E, Serna Saldı́var SO, Welte-Chanes J (2018). Differences in the dietary fiber content of fruits and their by-products quantified by conventional and integrated AOAC official methodologies. *J Food Compost Anal* 67:77–85.
33. Agama-Acevedo E, Sanudo-Barajas JA, Velez De La Rocha R, González-Aguilar GA, Bello-Peréz LA (2016) Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca* L.) as a source of dietary fiber and antioxidant compound CYTA. *J Food* 14:117–123.
34. Ramli S, Alkarkhi AFM, Shin Yong Y, Min-Tze L, Easa AM (2009) Effect of banana pulp and peel flour on physicochemical properties and in vitro starch digestibility of yellow alkaline noodles. *Int J Food Sci Nutr* 60:326–340.

35. Ramli S, Ismail N, Alkarkhi AFM, Easa AM (2010) The use of principal component and cluster analysis to differentiate banana peel flours based on their starch and dietary fibre components. *Trop Life Sci Res* 21:91–100
36. Tu'rkner B, Savlak N, Kas,ikci MB (2016) Effect of green banana peel f lour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Curr Res Nutr Food Sci* 4:197–204.
37. Gomes AAB, Ferreira ME, Pimentel TC (2016). Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: physical, chemical and microbiological character istics and acceptance. *Int Food Res J* 23:2214–2222
38. Kurhade A, Patil S, Sonawane SK, Waghmare JS, Arya SS (2016) Effect of banana peel powder on bioactive constituents and microstructural quality of chapatti: unleavened Indian flat bread. *J Food Meas Charact* 10:32–41.
39. Nasrin TAA, Noomhorm A, Anal AK (2015) Physico-chemical characterization of culled plantain pulp starch, peel starch, and f lour. *Int J Food Prop* 18:165–177.
40. Segundo C, Roma'nL,Go'mez M, Marti'nez MM (2017a). Mechan ically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. *nanica*) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. *Food Chem* 219:240–248.
41. Bezerra CV, Amante ER, de Oliveira DC, Rodrigues AMC, da Silva LHM (2013a). Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed—effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Ind Crop Prod* 41:241–249.
42. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник/ В.І.Дробот.-2-ге вид., доповнене та перероблене. – Київ. Видавництво ПрофКнига, 2024. – 516 с.
43. Menezes, E. W., Tadini, C., Tribess, T. B. et al. Chemical Composition and Nutritional Value of Unripe Banana Flour (*Musa acuminata*, var. *Nanicao*) // *Plant Foods for Human Nutrition*. — 2011. — T. 66. — С. 231-237.

44. Boodidha Akhila, M Rajasekhar, A Kiran Kumar and B Anila Kumari. Studies on biochemical characteristics of banana flour and other millet flours The Pharma Innovation Journal 2023; Vol.12(4): 436-440.

45. Mendis, B.H.K., Perumpuli, P.A.B.N., and Fernando, g.s.n. physico-functional, chemical, nutritional and antioxidant properties of flour from three varieties of unripe banana (musa sp.) cultivated in sri lanka Carpathian Journal of Food Science and Technology, 2024, 16(4), 123-138.

46. N. R. S. de Carvalho et al. Feasibility in Using Banana Flour in Bread Production: Centesimal and Sensory Analysis / Proceedings of the 5th Brazilian Technology Symposium. — Cham, 2020. — C. 321–326.

47. Noor Aziah A A, Ho L H, Noor Shazliana A A and Bhat R (2012). Quality evaluation of steamed wheat bread substituted with green banana flour Int. Food Res. J. 19(3) 869–76.

48. Tamio MASE, Yuuka SATO, Sayuri MIYAZAKI, Yoshiho KATO and Shinobu ISSHIKI (2012). Quality Evolution of Bread Containing Unripe Apple or Banana Flour. School of Life Studies, Department of Human Nutrition: 47–52.

49. Ho LH, Abdul Aziz NA, Azahari B (2013). Physico-chemical characteristics and sensory evaluation of wheat bread partially substituted with banana (Musa acuminata X balbisiana cv. Awak) pseudo-stem flour. Food Chem 139:532–539.

50. Nur Liyana A Naemaa M. Effects of banana peel flour (Musa paradisiaca AAB (sub-group Pisang Nangka)) substitution on physicochemical and sensory properties of bun anuary 2025 Food Research 8 (Supplementary 8):22-33

51. Oliveira DASB, Müller PS, Franco TS, Kotovicz V, Waszczynskyj N. Quality assessment of bread with the addition of unripe banana flour and unripe banana puree. Rev. Bras. Fruit. 2015 Sep;37(3):699-707.

52. Santana RCS, Ribeiro GO, Camilloto GP, Cruz RS. Physical and textural characterization of green banana flour biscuits. Braz. J. of Develop. 2020 Oct;6(10):81311-81319.

53. Md. Jahangir Alam Development Of Fiber And Mineral Enriched Cookies By Utilization Of Banana And Banana Peel Flour (2020). *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences* 10(3):329-334.

54. Juarez-Garcia E, Agama-Acevedo E, Sáyago-Ayerdi SG, Rodríguez Ambriz SL, and Bello-Pérez LA. 2006. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. *Plant* 61(3):131–7.

55. Pacheco-Delahaye E, Testa G. Nutritional, physical and sensory evaluation of wheat and green banana bread. *Interciencia*. 2005 May;30(5):300-304.

56. Cortat CMG, Glielmo JLAP, Iglesias RA, Peixoto VODS, Fontanive R, Citelli M, et al. Development of gluten free cookie added unripe banana flour and coconut oil. *Revista HUPE*. 2015;14(3):20-6.

57. Ufot Evanson Inyang, Comfort Friday Effiong, Anne Peter Edima-Nyah (2018). Physical Properties, Nutritional Composition and Sensory Evaluation of Cookies Prepared from Rice, Unripe Banana and Sprouted Soybean Flour Blends *International Journal of Food Science and Biotechnology* Volume 3, Issue 2: 70-76.

58. Norlelawati Arifin, Nurnasuha Siran, Rafiu Agbaje Sarjana (2025). The Effect of Rice and Green Banana Flours Replacement to Wheat Flour in Pumpkin Muffin on Physical Properties, Nutritional Composition and Sensory Acceptance *International Journal of Sustainable Food and Agriculture* Volume 1, Issue 1: 39-49.

59. Kamaljit Kaur, Gurinderpal Singh and Navdeep Singh (2017). Development and evaluation of gluten free muffins utilizing green banana flour *Department of Food Science and Technology, Punjab Agriculture University, Ludhiana Bioved*, 28(2): 359–365.

60. Fasolin L.D.; Almeida G.C.; Castanho P.S.; Netto-Oliveira E.R. (2007). Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n.3, p.524-529.

61. Ющенко, Н. М. Науково-практичне обґрунтування використання нетрадиційної сировини у технології панкейків для дієтичного харчування / Н.

М. Ющенко, Ю. В. Шевчук // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Серія :Харчові технології. – 2024. – Т. 26, № 101. – С. 20–25.

62. Ovando-Martinez M, Sáyago-Ayerdi S, Agama-Acevedo E, Goñi I, and Bello Pérez LA (2009). Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chem*, 113(1):121–6.

63. Zandonadi RP, Botelho RBA, Gandolfi L, Ginani JS, Montenegro FM, and Pratesi R (2012). Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets. *J Acad Nutr Diet*, 112(7):1068–72.

64. Zheng Z, Stanley R, Gidley MJ, and Dhital S. (2016). Structural properties and digestion of green banana flour as a functional ingredient in pasta. *Food Funct*, 7(2):771–80.

65. Biernacka B., Dziki D., Różyło R., Gawlik-Dziki U. (2020). Banana powder as an additive to common wheat pasta. *Foods*, 9(1), 53. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9010053> (дата звернення 22.08.2025)

66. Bashmil, Y. M., Ahmed, R., & Al-Shehri, A. (2025). Physicochemical and rheological properties of green banana flour and its potential in bakery applications. *Plants*, 14(2), 315. <https://doi.org/10.3390/plants14020315> (дата звернення 22.08.2025)

67. Cândido, H. T., & Silva, R. M. (2023). Functional bakery products enriched with banana flour: Technological and nutritional perspectives. *Journal of Food Science and Technology*, 60(5), 1123–1132.

68. Cândido, H. T. (2022). Green banana flour technology: From raw material to food applications. *SciELO Brasil*. URL: <https://doi.org/10.1590/SciELO-2022-GBF> (дата звернення 23.08.2025)

69. Kunararathna, K. S. (2023). Development of novel banana-supplemented biscuits. *In Proceedings of the International Conference on Food Innovation*. pp. 87–95.

70. Abel Alberto Massingue Júnior et al. Physico-hemical and Sensory Quality of Biscuits based on Pulp and Peel of Green banana Musa spp Flour March 2025 International Journal of Sciences and Emerging Technologies 16(1):159–171.
71. Joshi R.V. 2007 Low calorie biscuits from banana peels pupl. J Solid Waste Ntchnol Manag 33:142-147.
72. Md. Jahangir Alam, Shamoli Akter, Shohana Afroze, Md. Tarikul Islam, Emdadul Haque Sayeem DEVELOPMENT OF FIBER AND MINERAL ENRICHED COOKIES BY UTILIZATION OF BANANA AND BANANA PEEL FLOUR Microbiol Biotech Food Sci / Alam et al. 2020/21 : 10 (3) 329-334.
73. Rahman, M. M., Hoque, M. A., & Karim, R. (2024). Effect of green banana flour on glycemic index and sensory properties of cookies. Food Research International URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.112364> (дата звернення 27.08.2025)
74. Kunyane, K., Srisang, N., & Jantawat, P. (2024). Enhancing banana flour quality through physical modification for bakery applications. Foods, 13(7), 1124.
75. Carvalho VS, Conti-Silva AC (2018) Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile. J Sci Food Agric 98:134–139.
76. Witoyo, J. E., Tan, S. L., & Raharja, D. (2025). Research trends of banana flour: A bibliometric and visualization analysis. Atlantis Press Proceedings, 7(1), 58–67.
77. Dewi Desnilasari, Lia Ratnawati, Riyanti Ekafitri, Diki Nanang Surahman, Dita Kristanti (2023) Used rice and banana flour to formulated nutritious snacks for elderly Emirates Journal of Food and Agriculture 35(6): 562-568.
78. Food and Agriculture Organization (FAO). (2023). Banana processing and food security in tropical regions. Rome: FAO Publishing URL: <https://www.fao.org/banana-processing> (дата звернення 29.08.2025)
79. Технологія кондитерських виробів з використанням порошків тропічних рослин / А. В. Антоненко, Т. В. Бровенко, О. В. Василенко, Н. М. Стукальська, М. Ю. Криворучко, Г. А. Толоч // Таврійський науковий вісник. – 2022. – Вип. 3. – С. 100-109.

80. Yushchenko, N. M., & Shevchuk, Yu. V. (2024). Scientific and practical justification of the use of non-traditional raw materials in the technology of pancakes for dietary nutrition. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. URL: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10104> (дата звернення 30.08.2025)

81. Ianchyk, M., Niemirich, A., Vasheka, O., Petrusha, O., & Pogozhikh, N. (2018). Effect of banana powder and butter on the formation of the crystalline phase of sugar fondant. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(11(94)), 35-41.

82. M.S. Chernysh Oleksandra Niemirich (2016) Дослідження впливу порошку з бананів на показники якості желевної продукції *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnology Vol.18. №2 (68):126-130*.

83. Дробот В. І. Довідник інженера-технолога хлібопекарного виробництва./ В. І. Дробот Київ: Урожай, 2024. 580 с.

84. Дробот В. І. Технологічні розрахунки у хлібопекарському виробництві: Навчально-методичний посібник. / В. І. Дробот – Київ. Кондор, 2016. 330 с.

85. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 20-07-1999. К.: Галуzeвий стандарт України, 1999. 13 с.

86. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Національний стандарт України).

87. ДСТУ 4623:2023 Цукор. Технічні умови. Чинний від 01-11-2023. К.: Держспоживстандарт України, 2018. 20 с. (Національний стандарт України).

88. ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 30-07-2007. К. – Держспоживстандарт України, 2007. 13 с.

89. ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови. К. – Держспоживстандарт України, 2015. 18 с. (Український науково-дослідний інститут олії та жирів).

90. ДСТУ 4273:2003. Молоко сухе. Загальні технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 12 с.

91. ДСТУ 2661:2010. Молоко коров'яче питне. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2011. – 14 с.
92. ДСТУ 4418:2005. Сметана. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с.
93. ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові. Технічні умови. – Київ: Держспоживстандарт України, 2009. – 13 с.
94. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв./ Лісовенко О. Київ. Наукова думка, 2010. 287с.
95. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів. /В. І. Дробот. Київ. Кондор, 2015. 958 с.
96. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв / В.Ф.Петько, О.І.Гапонюк, Є.В.Петько, А.В.Ульяницький; За ред. О.І.Гапонюка. – Київ: ЦУЛ, 2017. 432 с.
97. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія борошномельного виробництва» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Х.Ю. Кравченко, А.Т. Лялик Тернопіль: ТНТУ, 2024. 27 с.
98. Кравченко Х. Ю., Кошелюк К. Л. Функціональні булочні вироби на основі нетрадиційних сортів борошна // Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості“, ТНТУ, Тернопіль, 2025. С. 84.
99. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
100. <https://romny-vk.gov.ua/novini-mista/organizaciya-okhoroni-praci-na-pidpriie/>
101. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0097-18#Text>

ДОДАТКИ

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
УНІВЕРСИТЕТ МАУНТ-СЕНТ-ВІНСЕНТ
(Канада)
КАУНАСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Литва)
УНІВЕРСИТЕТ АГРАРНИХ НАУК
ТА ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ В КЛЮЙ-НАПОКА
(Румунія)
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ НААН УКРАЇНИ
(Україна)
ПАП «АГРОПРОДСЕРВІС»
(Україна)
ПРАТ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ МОЛОКОЗАВОД»
(Україна)

VIII Міжнародна науково-технічна конференція
Стан і перспективи харчової науки та
промисловості

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

Тези доповідей

25 – 26 вересня 2025 р.

Тернопіль

Додаток А

УІІ Міжнародна науково-методична конференція «Стан і перспективи харчової науки та промисловості» присвячена 30-річчю заснування кафедр харчової біотехнології і хімії ТНТУ ім.виб.Гулака

Радченко В.В., Вічко О.І.	79
ЗБАГАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ЙОДОМ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ НАПРЯМ ПРОФІЛАКТИКИ ЙОДОДЕФИЦИТУ	
Божик Л.І.	80
ХАРЧОВА ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ЗЕРЕН ЧІА І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	
Chvaliuk H.V., Korniienko A. Y., Hrubinko V. V.	82
PROMISING AND SCIENTIFICLY BASED USE OF ALGAE AS A FOOD ADDITIVE	
Кравченко Х.Ю., Кошелюк К.Л.	84
ФУНКЦІОНАЛЬНІ БУЛОЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ СОРТІВ БОРОШНА	
Швед О.В., Вічко О.І., Лубенець В.І.	85
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА СПОЖИВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ	
Криницька І.Я.	86
АСОЦІАЦІЯ СИТУАТИВНОЇ ТРИВОЖНОСТІ ТА ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ В ОСІБ З НАДЛИШКОВОЮ МАСОЮ ТІЛА	
Сторож Л.А., Клим Л.В.	88
МАСЛЯНКА ЯК ВАЖЛИВЕ ДЖЕРЕЛО НУТРИЦЕВТИКІВ	
Марчишин С.М., Слободянюк Л.В., Будняк Л.І., Карпик Г.В., Вічко О.І.	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК У ГУСТОМУ ЕКСТРАКТІ ТРАВИ ЧОРНОБРИВЦІВ	
Ткач В.В., Морозова Т.В., Іванушко Я.Г., Ізабел О'Ніл ді	91
Машкареньяш Гайвау, Ана Мартінш-Бесса, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш, Ягодинець П.І., Жозе Інасіу Феррау ді Пайва Мартінш	
ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТІАБЕНДАЗОЛУ (E233) НА КАТОДІ, МОДИФІКОВАНОМУ ВАНАДІЙ (III) ОКСИГІДРОКСИДОМ	
Ткач В.В., Білецька Г.А., Назарко І.С., Ізабел О'Ніл ді	92
Машкареньяш Гайвау, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш	
ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОКСИХІНОЛУ І СЕЗАМОЛУ У ХАЛВІ ТА РАХАТ-ЛУКУМІ	
Ткач В.В., Морозова Т.В., Іванушко Я.Г., Ізабел О'Ніл ді	93
Машкареньяш Гайвау, Ана Мартінш-Бесса, Ана Ізабел Нову Рамуш Аморім ді Барруш, Ягодинець П.І.	
ВИЗНАЧЕННЯ ЦУКРОЗАМІННИКІВ СУКРАЛОЗА ТА ЕРИТРОЛ В РІДИНАХ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННИХ ЦИГАРОК	

УДК 664.6
Х. Ю. Кравченко, канд. техн. наук; К. Л. Кошелюк, студентка
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

УДК 664.6

Х. Ю. Кравченко, канд. техн. наук; К. Л. Кошелюк, студентка
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФУНКЦІОНАЛЬНІ БУЛОЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ СОРТІВ БОРОШНА

K. Kravcheniuk, Ph.D.; K. Koshelyuk, student
FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS BASED
ON NON-TRADITIONAL FLOUR VARIETY

Незважаючи на наявність різноманітного вибору булочних виробів, пшеничні вироби залишається найпопулярнішим вибором серед споживачів завдяки своїм сенсорним якостям, незважаючи на те, що їх класифікують як продукти з високим глікемічним індексом. Ця класифікація є результатом високої частки швидкозасвоюваного крохмалю. Крім того, видалення висівок під час виробництва білого пшеничного борошна призводить до значних втрат клітковини, вітамінів (особливо вітамінів групи В та вітаміну Е), мінералів (таких як залізо та магній) та антиоксидантів порівняно з цілінозерновим борошном. Тому існує підвищений інтерес до збагачення булочних виробів різноманітними харчовими волокнами та функціональними інгредієнтами. В останні роки висівки, вітаміни, мінерали та інші функціональні компоненти були запропоновані, як альтернативи пшеничному борошну[1].

Сучасна хлібопекарська промисловість орієнтована на впровадження інноваційних видів борошна, здатних підвищити харчову та біологічну цінність готової продукції. Одним із перспективних інгредієнтів є бананове борошно, яке містить значну кількість крохмалю, харчових волокон, калію, магнію, вітамінів групи В та антиоксидантів. Згідно досліджень, додавання бананового борошна до рецептури булочних виробів сприяє покращенню водоутримувальної здатності тіста, формуванню ніжної м'якушки та збагаченню виробів цінними нутрієнтами. Також за даними [2], бананове борошно, отримане із зелених бананів, є цінним інгредієнтом оскільки на відміну від зрілих плодів, зелені банани містять значно більше флавоноїдів, фенолів, каротиноїдів та інших фітохімічних речовин, а також характеризуються високим вмістом резистентного крохмалю. Саме ці компоненти зумовлюють його підвищену антиоксидантну активність, що перевищує показники окремих злаків та овочів. Резистентний крохмаль бананового борошна не розщеплюється у тонкому кишечнику, а у товстій кишці слугує субстратом для пробіотичних бактерій, сприяючи нормалізації мікрофлори [1, 2]. Тому використання цього виду нетрадиційної сировини дозволяє не лише підвищити поживність булочних виробів, але й надати їм нових смакових характеристик.

Література

1. Improvement the texture and prebiotic properties of steam bun quality using cultivated banana (Musa ABB cv. Klui 'Namwa') flour URL: <https://www.researchgate.net/publication/366086408> (дата звернення 7.09.2025)
2. The Physicochemical and Rheological Properties of Green Banana Flour–Wheat Flour Bread Substitutions URL: <https://www.mdpi.com/2223-7747/14/2/207> (дата звернення 7.09.2025).

Блок-схема досліджень

