ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва і продовольства
Кафедра харчових технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття рівня вищої освіти
бакалавр

на тему: «**Удосконалення технології пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та рослинних наповнювачів»**

Виконала: здобувач вищої освіти
за освітньою програмою
Харчові технології
спеціальності 181 Харчові технології
рівня вищої освіти бакалавр
групи 181 ХТ_бд_2020
Юлія КОМБАРОВА
(власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача вищої освіти)

Керівник: доцент, к.т.н., **Алла КАЙНАШ**

Рецензент: професор, д.т.н., **Олена КАЛАШНИК**

Полтава – 2024 рок

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технологій тваринництва та продовольства
Кафедра харчових технологій

Освітня програма Харчові технології
назва освітньо-професійної програми
Спеціальність 181 Харчові технології
код та найменування спеціальності
Рівень вищої освіти бакалаврський
бакалаврський, магістерський

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри харчових технологій,
к.т.н., доцент
_____Ніна БУДНИК
«27» вересня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____Комбарової Юлії Віталіївни_____

1. Тема роботи: «Удосконалення технології пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та рослинних наповнювачів»
керівник роботи к.т.н., доц., доц. кафедри харчових технологій Кайнаш А.П.
(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)
Затверджено засіданням кафедри протокол № «___» від «___» «_____» 202__ р.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «27» «травня» 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Рецептура пшеничного формового хліба; технологічна схема виробництва пшеничного формового хліба; традиційна технологічна інструкція з виробництва пшеничного формового хліба.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ
1. Огляд літератури
1.1. Сучасні технології виробництва хлібобулочних виробів
1.2. Порівняльна характеристика різних видів борошна
1.3. Доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах
1.4. Характеристика хімічного складу борошна із зеленої гречки
2. Матеріали та методи дослідження
2.1. Матеріали дослідження
2.2. Методи досліджень
3. Результати власних досліджень
3.1. Визначення раціональної масової частки борошна гречаного із зеленої гречки та соку з гарбуза

3.2. Розроблення рецептури та технології пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком з гарбуза
3.3. Визначення якості хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза за органолептичними показниками
3.4. Дослідження фізико-хімічних показників якості сировини та готової продукції
3.5. Дослідження вмісту мікроелементів у хлібові пшеничному з борошном зеленої гречки та рослинними наповнювачами
Висновки та пропозиції
Список використаних джерел
Додатки

5. Перелік графічного матеріалу: схеми, рисунки, графіки, фотографічні зображення за темою та об'єктом дослідження.

6. Дата видачі завдання: «25» «вересня» 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи	25.09 – 02.10.2023	
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10 – 06.10.2023	
3	Опрацювання літературних джерел	09.10 – 06.11.2023	
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	07.11 – 15.12.2023	
5	Виконання теоретичного розділу роботи	18.12 – 19.01.2024	
6	Виконання аналітичних розділів роботи	22.01 – 09.02.2024	
7	Виконання спеціальних розділів	12.02 – 01.03.2024	
8	Оформлення тексту роботи	04.03 – 10.05.2024	
9	Попередній захист роботи на кафедрі	13.05 – 17.05.2024	
10	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	20.05 – 22.05.2024	
11	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	23.05 – 10.06.2024	
12	Захист кваліфікаційної роботи	17.06 – 20.06.2024	

Здобувач вищої освіти _____ Юлія КОМБАРОВА
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____ Алла КАЙНАШ
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Комбарова Юлія Віталіївна

Удосконалення технології пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та рослинних наповнювачів

Кваліфікаційна робота за освітньо-професійного програмою Харчові технології спеціальності 181 Харчові технології.

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, 2024 рік.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки на 80 сторінок, яка містить 14 рисунків, 10 таблиць, 50 джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та рослинних наповнювачів. Предметом дослідження є борошно із зеленої гречки, борошно пшеничне, сік із гарбузів мускатних сорту «Доля». Об'єкт дослідження – технологія виробництва пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком гарбуза.

Пояснювальна записка містить огляд літератури, де розкрито сучасні технології виробництва хлібобулочних виробів, порівняльну характеристику різних видів борошна, опис доцільності використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах, опис методик, результати проведених досліджень.

Встановлено раціональну масову частку борошна гречаного із зеленої гречки та соку з гарбуза, розроблено рецептури та технологію пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком з гарбуза.

За результатами власних досліджень проведено органолептичну оцінку пшеничного хліба з гречаним борошном та соком гарбуза; визначено оптимальний вміст вологи, титрованої кислотності, пористості хліба, вміст мікроелементів у пшеничному хлібові з гречаним борошном та рослинними наповнювачами.

Ключові слова: технологія, борошно пшеничне, борошно із зеленої гречки, сік гарбуза, глютен, безглютенова сировина, якість.

ANNOTATION

Yuliya Vitalyivna Kombarova

Improvement of wheat bread technology due to buckwheat flour and vegetable fillers

Qualification work under the educational and professional program Food technologies specialty 181 Food technologies.

Poltava State Agrarian University, Poltava, 2024.

The qualification work consists of an explanatory note on 77 pages, which contains 12 figures, 10 tables, and 50 sources.

The purpose of the qualification work is to improve the technology of wheat bread at the expense of buckwheat flour and vegetable fillers. The subject of the research is flour from green buckwheat, wheat flour, juice from muscat gourds of the "Fate" variety. The object of research is the production technology of wheat bread with green buckwheat flour and pumpkin juice.

The explanatory note contains a review of the literature, which discloses modern technologies for the production of bakery products, comparative characteristics of various types of flour, a description of the feasibility of using plant additives in bakery products, a description of methods, and the results of research.

A rational mass fraction of buckwheat flour from green buckwheat and pumpkin juice was established, recipes and technology of wheat bread with green buckwheat flour and pumpkin juice were developed.

According to the results of own research, an organoleptic evaluation of wheat bread with buckwheat flour and pumpkin juice was carried out; the optimal content of moisture, titrated acidity, porosity of bread, the content of trace elements in wheat bread with buckwheat flour and vegetable fillers was determined.

Key words: technology, wheat flour, buckwheat flour, pumpkin juice, gluten, gluten-free raw materials, quality.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ І. Огляд літератури 9

1.1. Сучасні технології виробництва хлібобулочних виробів 9

1.2. Порівняльна характеристика різних видів борошна 14

1.3. Доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах 19

1.4. Характеристика хімічного складу борошна із зеленої гречки 22

РОЗДІЛ 2. Матеріали та методи дослідження 24

2.1. Матеріали досліджень 24

2.2. Методи досліджень 28

РОЗДІЛ 3. Результати власних досліджень 35

3.1. Визначення раціональної масової частки борошна гречаного із зеленої гречки та соку з гарбуза 35

3.2. Розроблення рецептури та технології пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком з гарбуза 39

3.3. Визначення якості хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза за органолептичними показниками 42

3.4. Дослідження фізико-хімічних показників якості сировини та готової продукції 46

3.5. Дослідження вмісту мікроелементів у хлібові пшеничному з борошном зеленої гречки та рослинними наповнювачами 49

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ 51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 52

ДОДАТКИ 59

ВСТУП

Хліб – це продукт харчування, що є невід'ємною частиною раціону людини та має велике значення для забезпечення організму необхідними поживними речовинами.

Різновидів хліба існує досить велика кількість, їх розрізняють залежно від виду борошна, яке використовується для приготування тіста, додаткових компонентів, що входять до його складу, способу випікання та рецептури. В якості основної сировини використовується борошно різних видів, зокрема пшеничне, житнє, рисове, кукурудзяне, нутове, сорго, гречане. Також існують й інші компоненти, що урізноманітнюють та поліпшують асортиментний склад даної групи продуктів.

Актуальність теми полягає в тому, що в сучасних умовах розвитку хлібопекарської промисловості розробляються і удосконалюються технології отримання високоякісної продукції, що зберігає корисні властивості рецептурних компонентів, що входять її до складу. Одним із перспективних напрямків поліпшення якості та безпечності хлібобулочних виробів є використання обробленої рослинної сировини природного походження в якості джерела необхідних поживних речовин, макро-, мікроелементів і антиоксидантів. Це дозволяє створювати інноваційні продукти з новими якісними характеристиками.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та рослинних наповнювачів.

Відповідно до визначеної мети в кваліфікаційній роботі вирішувалися такі завдання:

– проаналізувати стан сучасних технологій виробництва хлібобулочних виробів;

– порівняти різні види борошна;

– обґрунтувати доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах;

– охарактеризувати хімічний склад борошна із зеленої гречки;

– визначити раціональну масову частку борошна гречаного із зеленої гречки та соку гарбуза;

– розробити рецептуру та технологію хліба пшеничного з додаванням борошна зеленої гречки та соку гарбуза;

– визначити якість хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза за органолептичною оцінкою;

– дослідити фізико-хімічні показники якості сировини та хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза;

– визначити вміст мікроелементів у хлібові пшеничному з додаванням борошна зеленої гречки та гарбузового соку.

– зробити висновки по роботі та внести пропозиції.

Предмет дослідження – хліб, борошно із зеленої гречки, борошно пшеничне, сік із гарбузів мускатних сорту «Доля».

Об'єкт дослідження – технологія виробництва пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком гарбуза.

Кваліфікаційна робота виконана відповідно до наукової теми кафедри харчових технологій ПДАУ – ДР No0115U006745 «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв».

Основні результати проведених досліджень були представлені в доповіді та обговорені на III Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Якість та безпечність продукції у внутрішній і зовнішній торгівлі й торговельне підприємництво: сучасні вектори розвитку і перспективи» (15 лютого 2024 року м. Полтава, ПДАУ). За матеріалами досліджень підготовлені тези доповіді: Кайнаш А. П., Комбарова Ю. В. «Способи поліпшення якісних характеристик хлібобулочних виробів». Якість та безпечність продукції у внутрішній і зовнішній торгівлі й торговельне підприємництво: сучасні вектори розвитку і перспективи: матеріали III Міжнародної наук.-практ. конф. 15 лютого 2024 р. м. Полтава : ПДАУ, 2024. С. 59-62 (додаток А).

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні технології виробництва хлібобулочних виробів

Хлібобулочні вироби є невід'ємною частиною харчового раціону людей по всьому світу. Споживачі вимагають не лише високоякісної продукції, але й різноманітності, безпеки та естетичного вигляду. Саме тому виробники постійно вдосконалюють технології виробництва хлібобулочних виробів для задоволення потреб ринку.

В сучасних умовах розвитку хлібобулочної галузі відбувається удосконалення та розроблення інноваційних технологій високоякісних продуктів, що зберігають корисні властивості рецептурних інгредієнтів, які входять до їхнього складу. Одним із перспективних напрямів поліпшення якості та безпечності хлібобулочних виробів є використання продуктів переробки рослинної та тваринної сировини природного походження, як джерела основних харчових речовин, макро-, мікронутрієнтів та антиоксидантів. Це дозволяє створити інноваційний продукт спеціального призначення з новими якісними властивостями.

Різновидів хліба існує досить велика кількість, їх розрізняють залежно від виду борошна, яке використовується для приготування тіста, способу випікання та рецептури. В якості основної сировини використовується борошно різних видів, зокрема пшеничне, житнє, гречане, рисове, сорго, кукурудзяне, гарбузове та ін. Також відомі й інші компоненти, що урізноманітнюють та поліпшують асортиментний склад даної групи продуктів.

З метою підвищення вмісту білку у здобних виробах, вирішили додавати нетрадиційне джерело корисних речовин, а саме: продукти переробки рибної сировини – порошки з гідробіонтів (різних видів риб та морепродуктів) [1]. Доцільним прикладом є використання порошку тріски,

який додають в тісто, з метою не лише збагачення його білком, а й підвищення вмісту мінеральних елементів та вітамінів, порівняно з традиційними дріжджовими виробами. Науковцями було запропоновано використання порошку тріски у виробництві кренделю в концентраціях: 5 %, 10 %, 15 % та 20 % до маси борошна. Її збільшення призводить до погіршення органолептичних показників, а саме, псується запах та смак, виріб має неприваблений сірий колір [1].

Популярним серед інноваційних підходів у виробництві хліба стає збагачення його екстрактами. Вчені НУХТ запропоновали використання полісолодових екстрактів у технології хліба пшеничного, які виготовлені із суміші трьох солодів: вівсяного, кукурудзяного та пшеничного. Екстракт вводили під час замішування тіста, у кількості 1,0%, 3,0% та 5,0% до маси борошна. Таким чином, виявили, що внесення полісолодового екстракту дозволяє поліпшити органолептичні та фізико-хімічні показники хліба та дещо розширити асортиментний ряд продукції [2].

Професор ПДАУ дослідив вплив екстракту лушпиння цибулі на органолептичні та фізико-хімічні властивості хліба. Експериментально водний розчин екстракту додавали у концентрації 0,1% та 0,2%. Його використання позитивно вплинуло на розвиток пористості тіста, об’єм та органолептику готових виробів, що, в свою чергу, дозволило довше зберегти свіжість і споживчі характеристики продукту [3].

Серед не менш цікавих інноваційних підходів у виробництві хліба, варто звернути увагу на використання таких пряно-ароматичних рослинних екстрактів, як: Origanum vulgare L. Та Thymus serpyllum L., що дозволяють покращити смак та аромат хлібобулочних виробів. Запропоновані фітодобавки у вигляді висушеної та дрібно змеленої сировини додають у тісто в кількості, починаючи від 2% до маси борошна. Готовий виріб забезпечує бажану якість та біологічну цінність продукту, що відповідає вимогам сучасного здорового харчування [4].

Одеські вчені дослідили вплив водних екстрактів хмелю, кропиви та

ромашки на окисні та гідравлічні процеси псування ліпідної складової здобних виробів протягом зберігання. Визначили, що додавання хмелевого екстракту у рецептуру виробів більшою мірою забезпечує гальмування псування жирової складової, ніж екстракт ромашки чи кропиви. Його використання дає змогу зменшити перекисне число на 90 добу зберігання у 2 рази, а кислотне – у 2,5 разів порівняно з контролем. Таким чином, науковці довели доцільність використання таких екстрактів у технології виробництва здобних хлібобулочних виробів зниженої вологості для вирішення проблеми їх псуванням при зберіганні [5].

Оскільки при виробництві хліба використовують закваски з гомо- і гетоферментативними молочнокислими мікроорганізмами та дріжджі, актуальним і перспективним є додавання фітодобавок й у закваски, з метою інтенсифікації розвитку культур молочнокислих мікроорганізмів і кислотостійких дріжджів.

Тернопільські науковці дослідили та розробили технологію виробництва житньо-пшеничної закваски з екстрактом базиліку. Базилік у своєму складі містить велику кількість біологічно активних речовин, вітамінів особливо групи В, а також С, К та β-каротину, мікроелементи, такі як: калій, кальцій, магній, фосфор, натрій, йод, мідь, кобальт, марганець, молібден, селен, цинк та ферменти й амінокислоти. В результаті дослідження було встановлено, що завдяки хімічному складу базиліку, додавання його у вигляді екстракту в житньо-пшеничну закваску в кількості 2% гарно впливає на розвиток молочнокислої і дріжджової мікрофлори, в той же час підвищується підйомна сила закваски [6].

Технологія відкладеного випікання, в свою чергу, також дивує новими інноваціями, а саме це виробництво заморожених напівфабрикатів, збагачених екстрактом шипшини з подальшою випічкою. Екстракт використовують у виробництві заморожених напівфабрикатів в якості природного поліпшувача окисної дії завдяки високому вмісту вітаміну С, який підвищує «силу» борошна, покращує структурно-механічні

властивості, збільшує об'єм хліба. Крім того, у ньому міститься висока концентрація каротиноїдів, дубильних речовин, пектинів, флавоноїдів, вітамінів С, Р і К, які мають протизапальні та загальнозміцнюючі властивості [7]. Крім екстракту шипшини запропоновані і інші варіанти збагачення хліба, зокрема напівфабрикатами з овочевої, фруктової та ягідної сировини асептичного консервування, що потім використовуються при виробництві хлібобулочних виробів «відкладеного випікання». Ця тема є досить актуальною на сьогодні, а виробництво даних продуктів перспективне [8].

Поряд з традиційною випічкою в Україні поширюється виробництво хлібобулочних виробів спеціалізованого та функціонального призначення, в тому числі дієтичного хліба, який рекомендується вживати людям з певними видами захворювань. До таких продуктів належать вироби, що не містять глютену та можуть призначатись хворим на целіакію, діабет та серцево-судинні захворювання.

Зернові та олійні культури є перспективними інгредієнтами для виробництва хлібобулочних виробів, оскільки вони не містять глютену в складі. Страви або продукти, в яких вони використовуються, можуть вживатися людьми, що хворіють на целіакію.

Борошно зі злакових культур має більш високу біологічну цінність, збалансований амінокислотний склад і підвищений вміст мінералів і вітамінів в порівнянні з пшеничним. Також важливо, те, що борошно з круп має знижений глікемічним індекс, таким чином, вважається незамінною сировиною для продуктів функціонального призначення і лікувально-профілактичної дії [9]. Набирає популярності в умовах поширення тенденції до здорового харчування борошно різних видів, зокрема: рисове, кукурудзяне, гречане, нутове, соєве, сорго, лляне, амарантове та багато інших.

Вчені НУХТ розробили технологію безглютенового хліба з додаванням рисового та кукурудзяного борошна в кількості 20–30% замість

маси крохмалю, аби запобігти погіршенню органолептичних показників, а саме: помітному зменшенню об'єму хліба та погіршенню стану м'якушки [10].

Науковці Харківського національного технічного університету запропонували вдосконалити технологію безглютенових бездріжджових хлібобулочних виробів за рахунок кукурудзяного та рисового борошна, яке додавали у співвідношенні 50:50 та 30:70 відповідно. А також використовували розпушувач тіста гідрокарбонату натрію [11].

Вчені з Інституту продовольчих ресурсів НААН розробили технологію приготування дієтичного хліба з використанням борошняної суміші пшоняного, кукурудзяного та нутового борошна з метою створення нового виробу, який можуть споживати хворі пацієнти на целіакію. Крім того, для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста додавали камеді ксантану, гуару та гідроксипропілметилцелюлозу [12].

У Національному університеті харчових технологій розробили та дослідили технологію приготування безглютенового хліба, що має покращені органолептичні властивості і харчову цінність. Сировиною для виробництва слугувало рисове, кукурудзяне та гречане борошно. Суть полягала у заміні частини кукурудзяного крохмалю даними видами борошна та використання харчової добавки із суміші камедей гуару і ксантану. Дослідження довели ефективність використання суміші рисового й кукурудзяного борошна у співвідношенні 1:1 для приготування безглютенових виробів, а також перевагу додавання ферменту трансглютамінази разом з білками, до яких вона реакційно здатна [13].

Отже, сучасні технології виробництва хлібобулочних виробів спрямовані на удосконалення готових продуктів та розроблення високоякісних та безпечних інгредієнтів, що зберігають корисні властивості, які входять до їхнього складу.

1.2. Порівняльна характеристика різних видів борошна

Борошно є одним з основних інгредієнтів в хлібопекарній промисловості. Їх існує багато видів, кожен з яких має свої унікальні характеристики та властивості. Нижче представлено одні з найпоширеніших видів борошна із злакових культур, що використовують у традиційних та інноваційних рецептурах.

Пшеничне борошно – це найпоширеніший тип борошна, який використовується в хлібопекарній промисловості. В своєму складі воно містить харчові волокна, яких найбільше в борошні грубого помелу і цільнозернового. Продукт є вуглеводним, причому може містити як прості вуглеводи так і складні. Борошно пшеничне насичене вітамінами групи В, які відповідають за діяльність нервової системи та покращують стан шкірних покривів, волосся та нігтів. У продукті є також мінерали, серед них найбільше: калію, магнію, цинку, що є необхідними для нормальної життєдіяльності організму.

Пшеничне борошно є одним з продуктів, де клейковини міститься найбільше. Завдяки їй тісто стає еластичним та пружним при замішуванні з водою. Клейковина позитивно впливає на фізичні властивості тіста та готових хлібобулочних виробів. Завдяки високому вмісту, вироби здатні зберегти свою форму та утворювати пористу структуру. Білкова клейковина допомагає утримувати вологу у тісті, запобігаючи цим пересушуванню та псуванню готового продукту [14].

На організм людини клейковина впливає позитивно. При споживанні її щодня знижується ризик серцево-судинних захворювань, інсульту та цукрового діабету. Глютен є джерелом білка, він містить амінокислоти, необхідні для відновлення тканин в організмі.

Оскільки глютен не перетравлюється повністю, його частинки залишаються в тонкому кишечнику, а потім виводяться з організму. Для людей з його непереносимістю це дуже катастрофічно і тому єдиним

методом лікування її є дотримання сурової безглютенової дієти протягом всього життя. Пшеничне борошно краще замінити на аглютенові аналоги.

До безглютенової сировини відноситься рисове борошно. Відмінною особливістю рисового борошна є низький вміст білка (до 6%). Однак, в порівнянні з іншими зерновими, рисовий білок має найвищу біологічну цінність, має збалансований амінокислотний склад і добре засвоюється організмом. Рисове борошно характеризується високим вмістом вітамінів групи В, токоферолу, біотину, калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза та цинку.

Борошно рису є крохмалевмісною сировиною – до 80%. Співвідношення амілози і амілопектину в крохмалі визначає його структурні характеристики. Рисовий крохмаль містить більше амілопектину, що призводить до його підвищеної гігроскопічності і набухання. Крім того, крохмаль характеризується невеликим розміром гранул, що призводить до збільшення питомої поверхні, яка контактує з водою при замішуванні тіста. Ці дані пов’язані з вивченням коефіцієнта вологопоглинання рисового борошна, який певною мірою характеризує процес абсорбції, тобто є зволоженням по всій масі [15].

Ще одним дуже перспективним серед нетрадиційного виду борошна є сорго. Встановлено, що воно має багато білку — на 46,0 та 50,0% більше ніж у рисовому та кукурудзяному [16]. Містить харчові волокна та жири. Показник крохмалю не досить високий, значно нижчий порівняно до борошна інших злакових культур. Борошно з сорго переважає над іншими видами борошна, за вищим вмістом магнію, заліза, цинку, вітаміну В1, РР і фолацину. Це свідчить, про те, що безглютенове борошно при використанні його в суміші з крохмалями здатне збагатити вироби фізіологічно-функціональними інгредієнтами більше, ніж рисове та кукурудзяне. Встановлено, що борошно сорго містить 1,9% власного цукру і має досить низьку цукроутворювальну і газоутворювальну здатність, що забезпечує процес бродіння в тісті і реакції під час випікання.

При незначному внесенні до рецептури борошна спостерігається підвищення початкової кислотності тіста за рахунок кислореагуючих речовин сорго. Спостерігається посилення спиртового бродіння, про що свідчить збільшення газоутворення і скорочення часу вистоювання заготовок тіста. Це результат поліпшення складу живильного середовища дріжджової мікрофлори в тісті за рахунок внесених з борошном азотовмісних сполук, вітамінів та мінералів [17]. Таким чином, вчені рекомендують використовувати борошно із сорго для розширення асортименту безглютенових хлібобулочних виробів.

Борошно амаранту також має високу біологічну цінність, покращує загальнозміцнюючу і оздоровчу дію організму людини. Використання борошна і висівок амаранту в якості сировини для виробництва хліба збагатить його біологічно активними речовинами, підвищить вміст харчових волокон, посприяє виведенню з організму токсичних факторів, продуктів обміну речовин та спостерігатиметься зниження рівня холестерину в крові. Регулярне включення амарантового борошна в раціон допоможе зміцнити імунітет людини і поліпшити роботу шлунково-кишкового тракту.

Володіючи біологічною цінністю, зерно амаранту і продукти його переробки містять широкий спектр фізіологічно-функціональних речовин, який визначає їх перспективи використання в харчових технологіях. Вміст клітковини, жиру, білка і золи в борошні амаранту вище, ніж в пшеничному. Даний вид борошна збагачений білком на 60 % більше за пшеничне. Відомо, що воно також багате вітамінами та мінералами, такими як калій, кальцій і залізо. Слід відзначити, що хлібобулочні вироби із додаванням амарантового борошна мають привабливий колір скоринки, незначну шорсткувату поверхню, м’яку, трохи ущільнену м’якушку та добре виражений смак, властивий даному хлібу [18].

До безглютенової сировини можна віднести конопляне борошно, яке відрізняється значним вмістом ненасичених кислот, гліцеридів, мікроелементів, а також амінокислот. Завдяки вмісту бактерицидних речовин

вчені рекомендують додавати конопляне борошно в раціон харчування для людей, що страждають хворобами шлунково-кишкового тракту [19]. Дослідження показують, що амінокислотний склад білка конопель порівняно досить схожий з амінокислотним складом яєчного білка. Саме в цьому виді борошна виявлено 9 з 20 незамінних амінокислот, що не синтезуються в організмі, але є необхідними для нормального функціонування організму людини – це гістидин, лейцин, лізин, ізолейцин, валін, фенілаланін, треонін, метіонін, триптофан.

Вітамінний склад представлений жиророзчинними (каротиноїди, E, D, K) і водорозчинними (групи B, C) вітамінами. Стосовно вмісту мінералів, борошно має більшість необхідних поживних речовин (калій, кальцій, магній, фосфор, залізо, цинк, марганець, сірка, хлор). Крім того, до його складу входять поліненасичені жирні кислоти омега-3 та омега-6. Присутність цих компонентів сприяє протизапальній, антистресовій дії, позитивно впливає на всі системи організму.

Цікавим для харчової галузі є борошно з черемхи. В цій сировині містяться дубильні речовини, фітонциди, флавоноїди та антиоксиданти, які нейтралізують дію вільних радикалів, знижують ризик виникнення онкологічних захворювань, зміцнюють стінки судин і мають активну антибактеріальну дію. Черемхове борошно є перспективним у технології виробництва хліба, оскільки містить незамінні амінокислоти – лейцин, валін, фенілаланін [20].

Новою сировиною для хлібопекарного виробництва є крупа гречана та продукти її переробки, зокрема, борошно. Особливо популярним в умовах поширення тенденцій здорового харчування стає борошно зеленої гречки, хоча, варто відмітити, що борошно темної гречки характеризується більш кращими смаковими та ароматичними властивостями. Борошно темної гречки містить 10,8% білка, що дозволяє отримати хліб збагачений та збалансованим за амінокислотним складом. Також міститься 68,0% вуглеводів, з них 60,7% - це крохмаль, а решту складають харчові волокна та

цукри. Крохмаль нерозчинний у воді, має високу водопоглинальну здатність та є сприятливим до набухання, але в шлунку людини під дією ферментів він здатний легко гідролізуватися. Серед мікроелементів у борошні темної гречки найбільше: магнію, фосфору, заліза, міді, марганцю, кобальту, молібдену, цинку, а також вітамінів – B1, B2, B6, B9, PP [9]. Нижче наведена таблиця 1.1 з порівняльним хімічним складом деяких видів борошна [21].

Таблиця 1.1 – Порівняльна хімічний склад деяких видів борошна, в 100 г продукту [21]

Найменування речовин	Борошно пшеничне	Борошно житнє	Борозно кукурудзяне	Борошно рисове	Борошно зеленої гречки	Борошно нутове
1	2	3	4	5	6	7
Білки, г	10,6	6,9	7,2	6,0	12,6	20,6
Жири, г	1,3	1,4	1,5	1,4	2,6	6,2
Вуглеводи, г	69,0	66,3	70,9	80,1	68,0	53,2
Харчові волокна, г	4,4	10,8	4,4	3,8	14,0	9,9
Мінеральні речовини						
Калій, мг	178,0	200,0	147,0	76,0	380,0	45,0
Кальцій, мг	24,0	19,0	20,0	10,0	20,0	41,4
Магній, мг	44,0	25,0	30,0	35,0	200,0	153,0
Фосфор, мг	115,0	139,0	109,0	98,0	298,0	293,0
Залізо, мг	2,1	2,9	2,7	0,4	6,7	4,5
Вітаміни						
Тіамін (B_1), мг	0,25	0,17	0,35	0,1	0,43	0,5
Рибофлавін (B_2), мг	0,08	0,04	0,13	0,05	0,2	0,1
Ніацин (PP), мг	2,2	1,0	1,8	2,6	4,2	1,6
Токоферол (E), мг	1,5	2,2	0,2	0,1	6,65	0,8
Енергетична цінність, ккал	330	305	330	366	329	356

Як видно з даних таблиці 1.1, харчових волокон переважає найбільше у борошні гречаному (14,0), за вмістом білку та жиру борошно із зеленої гречки поступається нутовому (12,6 та 2,6 відповідно), за вмістом вуглеводів знаходиться на четвертому місці (68,0). Калію, магнію, фосфору та заліза міститься найбільше саме у борошні із зеленої гречки, серед представлених у таблиці видів борошна (380,0; 200,0; 298,0 та 6,7 відповідно). За вмістом

вітамінів гречане борошно займає переважно перше місце, (крім вітаміну B_1 - 0,43).

1.3. Доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах

Міжнародний досвід показує, що одним із способів ефективного поповнення недостатньої кількості вітамінів і мінералів є збагачення продуктів масового вжитку (зокрема хліб) цими поживними речовинами.

Для цього в рецептури хлібобулочних виробів необхідно використовувати нетрадиційну сировину, що надає йому необхідні властивості, підвищуючи харчову цінність.

Використання овочів і продуктів їх переробки в хлібопекарській промисловості обумовлено багатьма причинами. Зокрема, овочі містять не тільки харчові волокна, які сприятливо впливають на травну систему, але й значну кількість вітамінів та мінералів. Пропонується використання різних видів пюре, сухих порошків, соку та пасти. Продуктам переробки свіжих гарбузів потрібно приділити особливу увагу, так як ця сировина піддається мінімальним технічним впливам, а в результаті зберігаються всі цінні речовини.

В Одеській національній академії харчових технологій науковці [22] розглянули можливість застосування інтенсивних методів, а саме використання у тісті гарбузового порошку, одержуваного при активній сушці гарбузів з метою збереження високого вмісту вітаміну С. Крім того, сушений гарбуз може бути використаний наступним чином: у вигляді шматочків, гранул або борошна.

Науковці з Полтави у своїй роботі запропонували використовувати мускатний гарбуз. Сік, необхідний для приготування, отримували із сирого гарбуза шляхом вичавлення, а пюре бланшуванням даних плодів. Приготування біологічно цінних напівфабрикатів (соків та пюре) з метою

додавання їх в рецептуру при виробництві високоякісного хліба, стало перспективним аспектом хлібопекарської галузі для створення універсальної випічки [23].

У НУХТ проводили дослідження впливу використання гарбузового пюре з гарбуза сорту «Баттернат» в технології пшеничного хліба з додаванням 10% вівсяного борошна від маси пшеничного. Результати досліджень показали, що пюре гарбуза за своїм хімічним складом певною мірою впливає на процеси бродіння, як наслідок тривалість вистоювання тістових заготовок трохи зменшується. Добавка з гарбузового пюре значно покращила органолептичні показники хліба [24].

Ще одне дослідження в Національному університеті харчових технологій показало, що додавання в технологію хліба гарбузового соку та соку із журавлини сприяє покращенню структурно-механічних властивостей тіста. Особливістю мінерального складу даного виробу є збільшення показника магнію, завдяки чому покращується секреція жовчі та пришвидшується виведення холестерину з організму, відбувається регуляція роботи міокарда та нервової системи [25].

Удосконалену технологію хлібобулочних виробів запропонувала Дзюндзя О.В. Основною сировиною для виробництва хліба слугувало мультизернове борошно, яке являє собою складову суміш з 9 злаків, збагачених харчовими волокнами бурякового порошку [26].

Дослідження хлібобулочних виробів з додаванням суміші овочевого і фруктового порошку та насіння льону показали, що збільшується підйомна сила за рахунок активації дріжджових клітин, через часткову заміну пшеничного борошна. Введення цієї суміші є перспективним, оскільки вона сприяє збагаченню харчовими волокнами готових виробів [27].

Новітнім є використання нетрадиційної сировини, такої як зелений шпинат, петрушка і амарант. Розробка технології виготовлення хліба з використанням листових овочів і зеленої амарантової маси спрямована на вирішення багатьох важливих питань, пов’язаних з хлібопекарською

промисловістю. Своїми дослідженнями одеські вчені показали, що зелена маса з високим вмістом вітаміну С посприяла збільшенню питомого об'єму продукту і забезпечила відбілювання тіста за рахунок окислення каротиноїдів борошна [28].

Вироби з додаванням щавнату теж зустрічаються в інноваційних технологіях. Невелика концентрація щавнату надає готовому продукту приємний колір і смак, але його введення призводить до невеликого зниження об'єму та розвитку пористості. Дозрівання тіста супроводжується підвищенням кислотності за рахунок накопичення і розпаду продуктів життєдіяльності мікроорганізмів під дією ферментів тіста. При введенні щавнату ферментаційна активність дріжджів покращується, про що свідчать показники підйомної сили дріжджів [29].

Набуває популярності мікроводорость спіруліна, яка вже привернула увагу дієтологів, котрі використовують її в раціонах здорового харчування.Не проходять повз і уманські науковці, у процесі дослідження мали намір вдосконалити технологію хлібобулочних виробів, використовуючи мікроводорості спіруліни для спеціальної зміни їх хімічного складу. Згідно з результатами експериментального дослідження було встановлено, що введення в борошняну масу 1% мікроводорості спіруліна покращує якість випічки, виготовленої при різних способах приготування тіста. Найбільший ефект спостерігався при приготуванні тіста на густій житній заквасці із додаванням мікроводорості спіруліна у кількості 0,5% до маси борошна [30, 31].

Проаналізувавши доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах, дійшли висновку, що доцільно використовувати в якості рослинних наповнювачів гарбузовий порошок, сік та пюре, сік із журавлини, порошки овочеві та фруктові, зелений шпинат, петрушку, амарант, щавнат та мікроводорость спіруліни.

1.4. Характеристика хімічного складу борошна із зеленої гречки

Гречка та продукти її переробки, особливо борошно саме із зеленої гречки, визнані перспективною нетрадиційною сировиною, завдяки відсутності термічної обробки при його виробництві. Це дозволяє повною мірою зберегти весь перелік вітамінів, макро- та мікронутрієнтів, ферментні комплекси та потужні антиоксидантні властивості.

Це борошно характеризується високим вмістом білка (13-15%) і є особливо цінним харчовим продуктом, що використовується у виробництві хлібобулочних виробів. Крім того, оскільки білок не містить глютену, в ньому переважають велика кількість альбуміну та глобуліну, які легко засвоюються організмом. Встановлено, що в 100 г борошна із зеленої гречки міститься понад 1,03 г взаємозамінної амінокислоти гліцину, що бере участь в активації та розслабленні кори головного мозку, а також у підтримці добових біоритмів. Зелена гречка підвищує рівень дофаміну в крові та має властивості знижувати рівень холестерину, регулює роботу серцево-судинної системи, підтримує роботу та функції щитовидної залози, зміцнює імунітет і запобігає розвитку онкологічних захворювань [9].

Жири містяться в зеленій гречці в кількості 3,0-3,5% та представлені незамінними поліненасиченими жирними кислотами, які не здатні синтезуватися організмом людини, а надходять з їжею для забезпечення нормального функціонування організму. Вміст клітковини в гречаному борошні становить приблизно 6-12%, що сприяє виведенню токсинів, поліпшенню та налагодження функціонування травної системи і прискоренню обміну речовин.

Гречане борошно містить органічні кислоти класу поліфенолів, до яких відносять: щавлеву кислоту, лимонну кислоту, яблучну, галову, кавову, хлорогенову, пірокатехінову, малеїнову кислоту та інші дубильні речовини. Енергетична цінність борошна дуже висока і становить 280-320 ккал, а використання продуктів на основі гречки в їжу може швидко та надовго

наситити організм та не викликає відчуття тяжкості.

Вітамінний склад зеленої гречки широко представлений вітамінами групи В, такими як: тіамін (B_1), рибофлавін (B_2), піродоксин (B_6), фолієва кислота (B_9). Найбільше міститься токоферолу – 6,65 мг та ніацину – 4,02 мг, що разом із фосфором синтезують та підтримують нервові клітини.

Борошно багате на макро- та мікроелементи. Серед них переважає найбільше вмісту: калію – 380 мг, магнію – 200 мг, фосфору – 298 мг, заліза – 6,7, міді, цинку, хрому, молібдену, марганцю. Достатній вміст кремнію стимулює синтез колагену, який необхідний для зміцнення кровоносних судин і поліпшення стану шкіри. Оптимальне співвідношення магнію, калію, кальцію, міді і вітаміну РР знижує ризик захворювань серцево-судинної системи; фтор, мідь, фосфор і марганець, в свою чергу, сприяють мінералізації кісткової тканини. Залізо, кобальт і вітаміни групи В допомагають поліпшити кровотворну функцію організму й відновити бар'єрну функцію печінки, крім того, кобальт бере участь у розщепленні ліпідів і сприяє швидкому та ефективному схудненню.

До того ж, перерахований вітамінно-мінеральний комплекс приймає участь в синтезі кератинових білків, у підтримці роботи щитовидної залози і зміцненні імунної системи, а мідь, хром, цинк і марганець є кофакторами ферментів, що відповідають за ефективну роботу надниркових залоз, репродуктивну систему та підшлункову залозу.

Вчені виявили, що борошно із зеленої гречки є чудовим джерелом білку та значно підвищує фізіологічну цінність хліба. Його використання в сумішах з пшеничним борошном гарно впливає на органолептичні і фізико-хімічні показники хліба та затримує процес черствіння, збагачуючи продукт всіма необхідними біологічно активними речовинами [9].

Таким чином, доцільно використовувати борошно із зеленої гречки для виробництва хліба з метою збагачення його макро- та мікроелементами, що містяться у даному виді безглютенового борошна.

РОЗДІЛ 2
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали досліджень

За результатами літературного огляду було вирішено удосконалити технологію виробництва пшеничного хліба, збагатити його мікронутрієнтами та покращити органолептичні показники за рахунок додавання борошна із зеленої гречки, а також заміни води на рослинний наповнювач, в якості якого обрали гарбузовий сік.

Якість сировини, що використовується у хлібопекарській галузі має велике значення. Вона має бути доброякісною та відповідати всім вимогам передбачених чинних нормативних документів. У таблиці 2.1 наведено перелік усієї сировини, що використовується для виробництва даного виду хліба та діючий стандарт до неї.

Таблиця 2.1 – Вимоги до сировини для приготування пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком гарбуза

Назва сировини	Стандарт	Вимоги до сировини
1	2	3
Борошно пшеничне вищого сорту	ДСТУ 46.004-99 [32]	Колір повинен бути білий або жовтуватим, без сторонніх запахів та присмаків, без прояву плісняви та інших домішок, не допускається поява хрускоту при розжовуванні, вологість має становити не більше 15%, зольність – 0,55, клейковина – не менше 24%
Борошно гречане	ДСТУ 7702:2015 [33]	Колір, властивий цьому борошну – кремовий, не повинен містити сторонніх запахів та присмаків, вологість має становити не більше 14%, кислотність – 6°

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Дріжджі хлібопекарські пресовані	ДСТУ 4812:2007 [34]	Повинні бути сіруватого кольору, дозволяється з жовтим відтінком, не допускається пліснява, сторонні запахи та присмаки, консистенція обов'язково щільна. Вологість допускається не більше 75%, кислотність – 300°, а їх підіймальна сила має становити 55 хв.
Сіль кухонна	ДСТУ 3583:2015 [35]	Кристалічна, білого кольору, допускається сіруватий відтінок, без сторонніх домішок та забруднень різного характеру, не повинна мати запаху, а смак, властивий солі, солоний.
Цукор-пісок	ДСТУ 4623:2006 [36]	Кристалічно-білий, без плям і сторонніх домішок, з солодким смаком, без сторонніх запахів та присмаків, масова частка вологи повинна бути не більше 0,1%, а зольність – 0,027%
Вода	ДСТУ 7525:2014 [37]	Прозора, не повинна мати ніяких запахів та смаку
Гарбуз продовольчий свіжий	ДСТУ 3190-95 [38]	Плід має бути свіжим, достиглим, не пошкодженим, без порізів та подряпин, характерного світло-коричневого забарвлення

На початку роботи ми досліджували, як впливає різне співвідношення борошна із зеленої гречки та борошна пшеничного на органолептичні показники хліба. Проводили експериментальне випікання чотирьох зразків, з додаванням борошна гречаного з кроком 10 (20:30:40), де: перший зразок, це був

контрольний – з пшеничного борошна за традиційною рецептурою,

зразок №1 – з додаванням 20% борошна із зеленої гречки замість пшеничного,

№2 – з додаванням 30% борошна із зеленої гречки замість пшеничного,

№3 – з додаванням 40% гречаного борошна замість пшеничного.

У дослідженні ми використовувати органічне борошно зеленої гречки, торгової марки «Екород натуральний огород», виготовлене компанією Organic Original (рис. 2.1.). Цей продукт сертифіковано Органік Стандартом UA-BIO-108 відповідно до стандарту, що еквівалентний Постановам ЄС №834/2007, 889/2008 [39],[40],[41].

Рисунок 2.1 – Борошно зеленої гречки органічне ТМ «Екород натуральний огород»

Маючи на меті збагатити хліб, із додаванням борошна зеленої гречки, вирішили замінити воду на сік гарбуза (на 50% та 100%).

Сік можна отримувати як із сирого гарбуза, так із бланшованих плодів. Ми скористались саме першим варіантом. В результаті роботи отримали сік із м'якоттю, так як не використовували жодних способів освітлення.

Для одержання гарбузового соку використовували гарбузи мускатні пізньостиглого сорту Доля, середнього розміру, масою 5–9 кг (рис. 2.2.). Цей плід має світло-коричневе забарвлення, характерне виду, не має малюнку, а м'якоть його яскраво-помаранчевого кольору, середньої щільності та солодка на смак [23].

Рисунок 2.2 – Гарбуз мускатний сорту Доля

Технологія приготування соку з плодів гарбуза включала такі операції:

– миття гарбуза;
– інспекція;
– видалення плодоніжки;
– очищення та різання;
– видалення насіння;
– інспекція;
– ополіскування;
– різання;
– протирання;
– вичавлення та проціджування соку крізь марлю [23].

Для приготування 115 мл соку за вище наведеною технологією, взяли шматок гарбуза масою 330 грамів, який потім подрібнили на менші шматки та протерли крізь дрібну тертку. Отримане пюре видавили та процідили за допомогою марлі, складеної в декілька шарів.

2.2. Методи досліджень

При виконанні досліджень ми визначили органолептичні показники якості даного виду хліба відповідно до ДСТУ-П 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови» [42].

Дослідні зразки для дегустації подавались під певними кодовими номерами, що відповідали кількості використаного борошна зеленої гречки замість пшеничного борошна, а також повною чи частковою заміною води на гарбузовий сік.

Методики, за якими здійснювалась органолептична оцінка, наведені у ДСТУ 9188:2022 «Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості». Таким чином, за даним нормативним документом ми оцінювали: зовнішній вигляд (форму, поверхню, колір). Стан м'якушки, запах та смак [43].

Під час оцінки зовнішнього вигляду звертали увагу на відповідність формі та кольору його скоринки, на наявність випливів, нерівностей, тріщин та підгорілості.

При визначенні смаку і запаху перевіряли на наявність сторонніх присмаків та ароматів. Визначення цих показників проводили за допомогою органів чуття, а саме: нюху та розжовуванням маленького скибку хліба в ротовій порожнині. Оцінювання проводили з урахуванням відсутності сторонніх факторів, які можуть вплинути на остаточні результати.

Стан м'якушки визначали при денному світлі шляхом розглядання досліджуваних зразків біля вікна або за допомогою штучного освітлення.

Для більш точної оцінки органолептичних показників була проведена балова оцінка якості хліба за розробленою п'яти-бальною шкалою, що має п'ять ступенів якості:

5 – відмінна якість,

4 – добра якість,

3 – задовільна якість,

2 – незадовільна якість,

1 – погана якість.

Ця система досить проста у застосуванні, вона може значно підвищити об'єктивність та ступінь вірогідності отриманих результатів.

Клейковина також має велике значення в хлібопекарській галузі, вона є критерієм, який визначає якість борошна та властивості тіста, такі як еластичність та пружність при замішуванні з водою. Саме тому перед використанням борошна ми визначали вміст в ньому клейковини. Нормування та якість клейковини визначили за ДСТУ ISO 6645:2004 «Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини» та ДСТУ ISO 21415:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини» [44], [45].

Кількість сирої клейковини визначали відмиванням. Тісто приготували шляхом замісу борошна (25 г) з водою (14 мл). Після замішування залишили його в стані спокою на 20 хв. Далі промили його водою температурою 18-20°С над шовковим ситом №38. Відмиту клейковину віджали між долонями і зважили на технічних вагах. Кількість клейковини розраховували за формулою:

$$К = \frac{Мск \cdot 100}{Мб} \qquad (2.1)$$

де К- кількість клейковини;

$М_{ск}$ - маса сирої клейковини;

$М_б$ – маса наважки борошна.

Для визначення якості клейковини взяли наважку масою 4 г від її загальної маси, витримали у воді температурою 18°С протягом 15 хвилин. Після чого розтягнули її над лінійкою до розриву.

Пружність визначали за допомогою приладу ІДК (індикатор деформації клейковини) протягом 30-ти секундного стиснення зразка тарованим вантажем.

Після визначення органолептичних показників якості дослідні зразки

було досліджено на фізико-хімічні показники. Методики, що використовувались, взяли з нормативної документації, відповідно до ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методики визначення фізико-хімічних показників». Серед досліджень було визначено вологість, кислотність і пористість м'якушки[46].

Для визначення масової частки вологи ми скористались методом висушування наважки за допомогою аналогу приладу Чижової Кварц–21М-33. Дослідження відбувається наступним чином: у підготовлений, висушений та охолоджений в ексикаторі пакет, поміщають наважку 5 г подрібненого продукту. Пакет закривають та розміщують між пластинами приладу, розігрітого до температури 160°С та висушують протягом 5 хв. Далі пакет з висушеним продуктом виймають та охолоджують в ексикаторі 3 хв, далі зважують.

Масову частку вологи (W) у відсотках вираховують за формулою:

$$W = \frac{m - m_1}{a} \cdot 100, \qquad (2.2)$$

де: m - маса пакета з наважкою до висушування, г;

m_1 – маса пакета з наважкою після висушування, г;

а – маса наважки, г.

Згідно з нормативним документом [46], вологість хліба з, передбаченими в ньому, добавками повинна бути в межах 39-48%.

Кислотність хліба визначали прискореним методом. Цей спосіб полягає у нейтралізації розчином їдкого натрію або калію (у присутності індикатора фенолфталеїну) водних витяжок кислот, отриманих із наважки хліба. Закінченням процесу нейтралізації вважається отримання слабко-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Ідеальною для досліджуваних зразків є кислотність 2,5-5°.

Кислотність (Х) у градусах розраховується за формулою:

$$X = \frac{V \cdot 250 \cdot 100}{10 \cdot 25 \cdot 50} \cdot K,$$

(2.3)

де V – об’єм 0,1 моль/дм^3 розчину їдкого натрію або калію, см^3;

250 – об’єм дистильованої води, см^3;

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г наважки;

50 – об’єм розчину, взятого на титрування, см^3;

25 – маса наважки хліба, що досліджується, г;

1/10 – коефіцієнт приведення 0,1 моль/дм^3 до 1,0 моль/дм^3 їдкого натрію або калію;

К – поправочний коефіцієнт приведення взятого на титрування розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію.

Визначення пористості м’якушки базується на розрахунку об’ємів циліндричних виїмок хліба. Для цього використовували прилад – циліндр Журавльова, за його допомогою, обертовими рухами, вирізали три циліндри.

Загальний об’єм циліндричних виїмок:

$$V = \pi r^2 \times h$$

де r – радіус циліндра;

h - висота циліндра.

Пористість хліба це відношення об’єму пор м’якушки до загального об’єму м’якушки хліба й виражається у відсотках.

Далі всі три виїмки зважують разом та обчислюють пористість (*П*) за формулою:

$$П = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} \times 100 \qquad (2.4)$$

де V – загальний об’єм виїмок хліба, см^3;

m – маса виїмок, г;

ρ – щільність безпористої маси хліба г/см^3;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

Відповідно до вимог ДСТУ-П 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення» [42] пористість хліба повинна становити не менше 63%.

Визначення в продукті вмісту вітаміну А та мінеральних речовин: калію, кальцію, магнію та фосфору проводили на ДП «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації», начальником якого є Ремізова Н.Л.

Для визначення вітаміну А, в роботі знадобився хроматограф ВЕРХ SHIMADZU – прилад, що зумовлює поділ та аналіз багатокомпонентних сумішей, близьких за властивостями речовин, на окремі складові, ідентифікацію їх та кількісне визначення (рис. 2.3).

Рисунок 2.3 – Хроматограф ВЕРХ SHIMADZU

Вміст мінеральних речовин визначали за допомогою приладу, який розроблений для роботи навіть з найскладнішими концентрованими зразками без розведення, що забезпечує абсолютно новий рівень та досить велику продуктивність серед обладнання подібного типу. Це є оптико-емісійний спектрометр з індуктивно-зв’язаною плазмою (ICP-OES) (рис. 2.4) [47].

Рисунок 2.4 – Оптико-емісійний спектрометр із індуктивно-зв’язаною плазмою Avio 200

Програма нашого експериментального дослідження включає ряд етапів, що проводилися на базі науково – дослідної лабораторії якості зерна ім. Г.П. Жемели, лабораторії кафедри харчових технологій Полтавського державного аграрного університету та державного підприємства «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології та стандартизації».

Схема проведених досліджень наведена на рисунку 2.5.

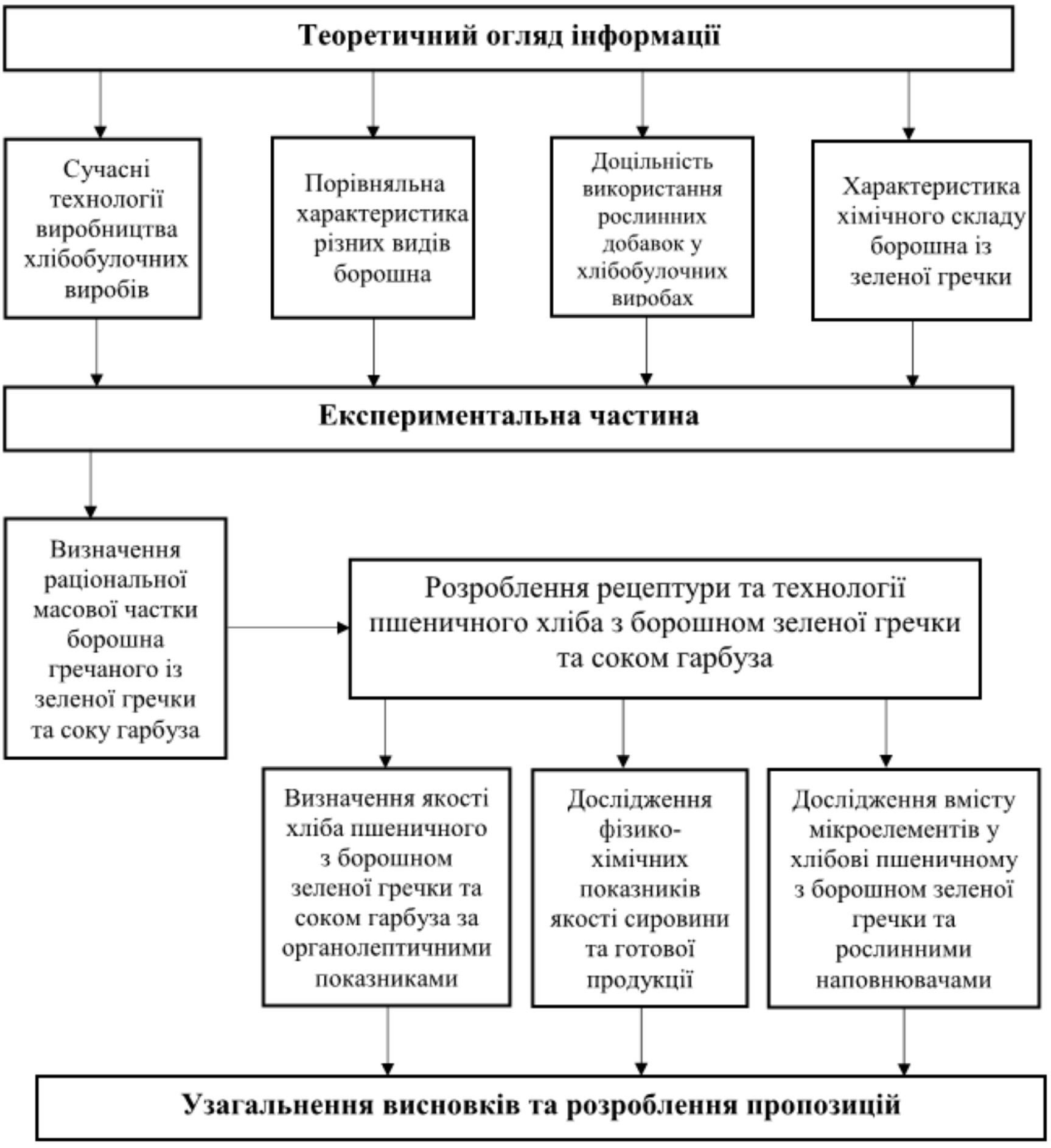


Рисунок 2.5 – Схема проведення експериментальних досліджень

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення раціональної масової частки борошна гречаного із зеленої гречки та соку з гарбуза

Для визначення раціональної масової частки борошна гречаного із зеленої гречки та соку з гарбуза ми обрали традиційну рецептуру хліба пшеничного формового. Згідно з результатами літературного огляду дещо змінили рецептуру, за рахунок заміни частини пшеничного борошна на борошно зеленої гречки, з метою підвищення харчової цінності готового продукту.

Для отримання дослідних зразків зробили пробне лабораторне випікання. За даними проаналізованих джерел, суміші борошна, необхідні для приготування хліба, використовували у співвідношенні 10%, 20% та 30% гречаного борошна від маси пшеничного. У своєму дослідженні ми обрали дещо іншу кількість: 20, 30 та 40% від маси пшеничного борошна. Таким чином, отримали 4 зразки:

контрольний – з пшеничного борошна за традиційною рецептурою,

зразок №1 – з додаванням 20% борошна із зеленої гречки замість пшеничного,

№2 – з додаванням 30% борошна із зеленої гречки замість пшеничного,

№3 – з додаванням 40% гречаного борошна замість пшеничного.

Дегустаційна комісія органолептично оцінила дані зразки за такими показниками: форма, поверхня, колір, стан м’якушки, запах і смак. Органолептичні показники наведені на діаграмах нижче – рисунок 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

Рисунок 3.1 – Контрольний зразок хліба

Рисунок 3.2 – Хліб з додаванням борошна зеленої гречки 20%

Рисунок 3.3 – Хліб з додаванням борошна зеленої гречки 30%

Рисунок 3.4 – Хліб з додаванням борошна зеленої гречки 40%

Згідно з наведеними на рисунках 3.1, 3.2, 3.3 та 3.4 діаграмами можемо стверджувати, що контрольний зразок є гливкуватим, не досить пористим. Хліб з додаванням борошна із зеленої гречки в кількості 30% та 40% характеризується поганим станом поверхні, має надриви по всіх поверхні та розпливчату форму. Останній зразок (40% борошна зеленої гречки) дещо менший за об’ємом, порівняно з попередніми зразками.

Отже, після проведення досліджень органолептичної оцінки можна зробити висновок, що найкращим варіантом, що дозволить зберегти всі органолептичні показники хліба є зразок №1 – додавання 20 % гречаного борошна від маси пшеничного.

Наступне наше завдання полягало в збагаченні мікроелементами отриманого пшенично-гречаного зразка хліба за рахунок рослинних наповнювачів. Ми обрали сировину, що містить велику кількість β-каротину та мінералів, що можуть зберігатись у готовому продукті, який пройшов тривалу термічну обробку.

Удосконалення технології полягає у введені в рецептуру хліба 50% та 100% гарбузового соку замість води, що дозволить збільшити харчову цінність та органолептичні властивості готового виробу.

Подальшим етапом дослідження була розробка рецептур та проведення органолептичної оцінки зразків членами дегустаційної комісії. Були приготовлені такі зразки:

контроль – із заміною 20% пшеничного борошна на гречане,

№1 – із заміною 20% пшеничного борошна на гречане та додаванням 50% гарбузового соку замість води,

№2 – із заміною 20% пшеничного борошна на гречане та додаванням 100% соку із гарбуза.

3.2. Розроблення рецептури та технології пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком з гарбуза

Для розроблення рецептури пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком з гарбуза було обрано традиційну рецептуру формового хліба вищого сорту. Рецептура хліба пшеничного представлена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептура хліба «Формового вищого сорту»

Найменування сировини	Кількість сировини, %
Борошно пшеничне в/с	61,5
Дріжджі пресовані	1,5
Сіль кухонна	0,6
Цукор-пісок	1
Вода	35,4
Разом	100

Ми розробили три рецептури приготування хліба із заміною 20 % борошна пшеничного на гречане, а також з додаванням соку гарбуза. Нижче, у таблиці 3.2 наведено ці рецептури, де контрольний зразок (К), №1 та №2 – це зразки відповідно до п.3.1.

Таблиця 3.2 – Рецептура пшеничного хліба з борошном зеленої гречки та соком гарбуза

Найменування сировини	Зразки хліба		
	Контроль (К)	№1	№2
	Кількість сировини, %		
Борошно пшеничне в/с	49,2	49,2	49,2
Борошно зеленої гречки	12,3	12,3	12,3
Дріжджі пресовані	1,5	1,5	1,5
Сіль кухонна	0,6	0,6	0,6
Цукор-пісок	1	1	1
Вода	35,4	17,7	0
Сік гарбуза	0	17,7	35,4
Разом	100	100	100

Для подальших досліджень та порівнянь між собою дегустаційною комісією було обрано два варіанти рецептури, це К – прийнятий за

контрольний та №2.

Була розроблена технологічна схема приготування хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза, що представлена нижче (рис. 3.5).

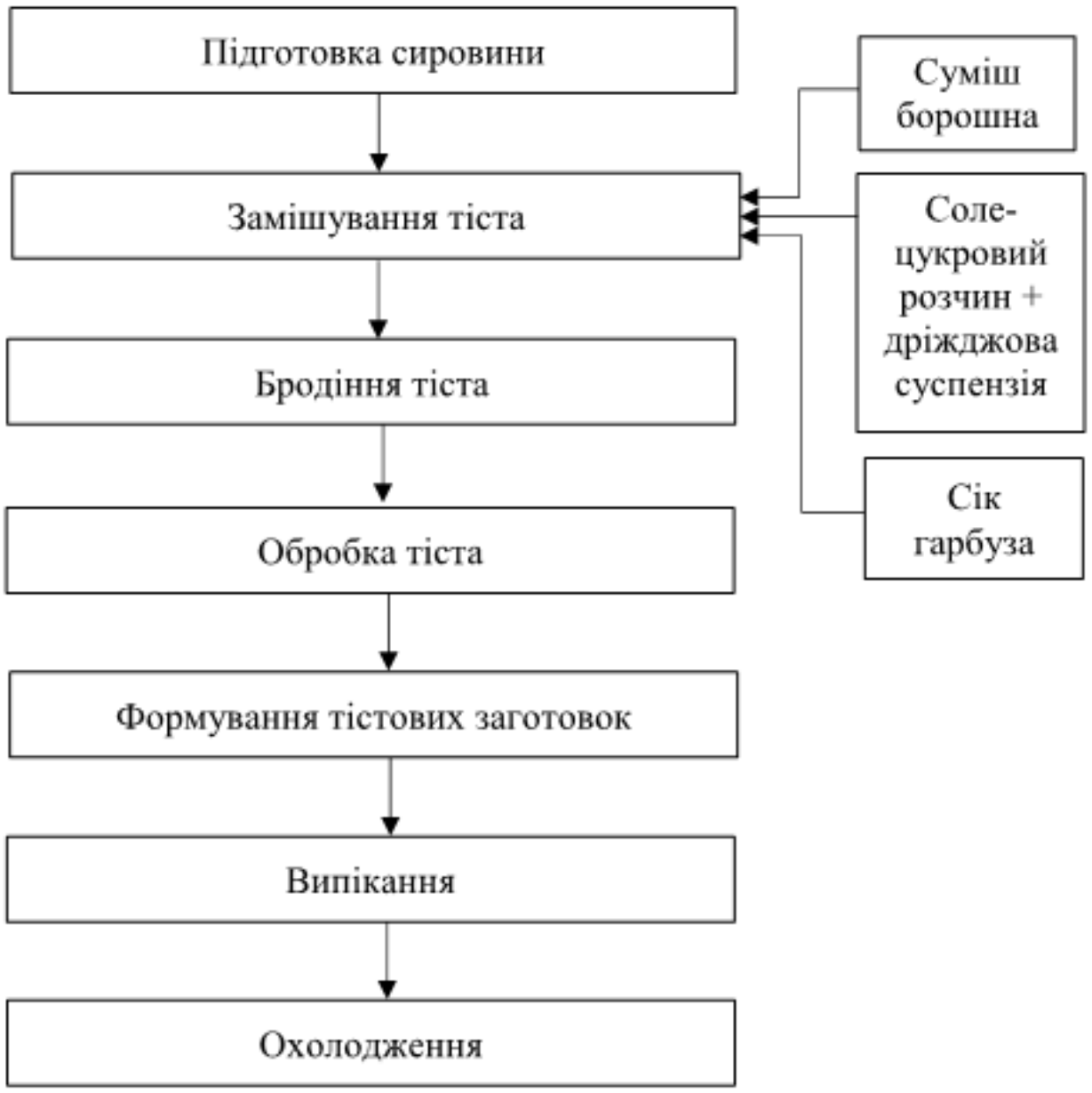


Рисунок 3.5 – Технологічна схема виготовлення хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза

Виготовлення хліба проводили за класичною технологією, яка передбачає попередню підготовку сировини (змішування та просіювання суміші борошна, приготування розчину із солі та води/гарбузового соку, приготування дріжджового розчину шляхом розчинення у теплому (30 °С) 50%-му розчині цукру, пресованих дріжджів).

Замішування тіста проводиться безпосередньо у мішалці фаринографа. Спочатку у мішалку додаємо суміш борошна, потім вливаємо розчин-суспензію дріжджів та соле-цукровий розчин. З бюретки, що міститься на фаринографі доливаємо решту води/гарбузового соку. Одержуємо тісто

потрібної консистенції – в межах 500-700 одиниць фариографа. Тісто вимішуємо протягом 2-х хвилин.

Замішане тісто ретельно знімаємо з лопатей мішалки фариографа і відправляємо на бродіння в термостат з температурою 30°С, відносною вологістю 75-80%. Процес бродіння триває 120 хвилин.

В результаті спиртового бродіння відбувається насичення тіста вуглекислим газом, який сприяє розпушуванню тіста, збільшення його в об'ємі, надання йому певних фізичних властивостей, накопичення в тісті речовин, які обумовлюють смак і аромат хліба, а також забарвлення.

Протягом бродіння тісто проходить обробку, а саме, безпосередньо, його обминання. Мета цієї операції – рівномірно розподілити вуглекислий газ по всій масі тіста, це відбувається за рахунок переміщення дріжджових клітин до нового місця харчування. Крім цього, при обминанні частково видаляється надлишкова кількість двооксиду вуглецю. Крупні бульбашки CO_2 перетворюються на дрібніші – це сприяє утворенню дрібнопористої м'якушки.

Перша обробка тіста проводиться через 60 хв від початку бродіння, друга через 90 хв, третя – після 120 хв, безпосередньо перед самим формуванням. Наступним етапом є формування шматків тіста. Попередньо форми змащуємо олією, щоб тісто не прилипало. Шматок тіста зважуємо та, формуючи, викладаємо у форму. Маса тістової заготовки – 325 ± 10 г.

Фотографічне зображення тістових заготовок наведено в додатку Б.

Тісто у формах ставимо у термостат для дозрівання – для відновлення частково зруйнованої структури тіста при формуванні, та, задля збільшення об'єму і покращення пористості готового хліба. Процес дозрівання триває до моменту, коли при легкому натисканні тісто не відновлює своєї форми, в середньому це триває 60-90 хв. Випікання проводимо у печі за температури 220-230 °С, протягом 20-25 хв, до появи золотистої, гарно пропеченої скоринки. Випечений хліб охолоджуємо при кімнатній температурі та зберігаємо його, загорнутий у харчову плівку, до наступного дня [48].

3.3. Визначення якості хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза за органолептичними показниками

Важливим показником якості хліба є оцінка його органолептичних властивостей, яку провели не раніше ніж через 3 години після виймання з печі.

Дані зразки оцінювалися за такими показниками: форма, поверхня, колір, стан м'якушки, смак і запах, відповідно до вимог ДСТУ-П 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного призначення. Загальні технічні умови» [42].

Результати визначення якості після випікання отриманого контрольного зразка хліба за органолептичними показниками представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Органолептична оцінка якості хліба пшеничного з борошном зеленої гречки

Назва показника	Характеристика	
	За стандартом	Контроль (К)
Форма	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових випливів	Хліб прямокутної форми, з гарно випуклою скоринкою
Поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволена незначна зморшкуватість	Гладенька, немає забруднень, тріщин, підривів та проколів. Скоринка не відшаровується від м'якушки
Колір	Від світло-жовтого до коричневого, без підгорілості	Колір світло-коричневий
Стан м'якушки	Відповідає виду виробу. Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу	Гарно пропечена, з добре розвинутою пористістю та не має слідів непромісу
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку та запаху	Приємний, має присмак гречки

За даними результатами оцінювання цього зразка можемо стверджувати, що хліб пшеничний з додаванням борошна із зеленої гречки за всіма показниками відповідає вимогам нормативної документації.

Дослідження лабораторних зразків хліба пшеничного із борошном зеленої гречки та соком гарбуза наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка якості хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза

Назва показника	Характеристика		
	За стандартом	№1	№2
Форма	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових випливів	Хліб прямокутної форми, з гарно випуклою скоринкою	Хліб прямокутної форми, з дуже добре випуклою скоринкою
Поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення, дозволена незначна зморшкуватість	Гладка, немає забруднень, тріщин, підривів та проколів. Скоринка не відшаровується від м'якушки	Гладка, немає забруднень, тріщин, підривів та проколів. Скоринка не відшаровується від м'якушки
Колір	Від світло-жовтого до коричневого, без підгорілості	Жовтий, без підгорілості	Яскраво-жовтий, без підгорілості
Стан м'якушки	Відповідає виду виробу. Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу	Пропечена, еластична, без слідів непромісу. Не волога на дотик	Пропечена, еластична, без слідів непромісу. Не волога на дотик
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку та запаху	Злегка відчувається смак гречки, приємний присмак гарбуза	Злегка відчувається смак гречки, приємний, дещо більш виражений присмак гарбуза

За результатами органолептичного оцінювання можна зробити висновок, що зразки хліба №1 та №2 не мають відхилень від вимог стандарту по всіх показниках. Дослідний зразок №2 дещо відрізняється більш насиченим жовтим кольором та гарно вираженим гарбузовим присмаком,

порівняно із зразком №1 (рис. 3.6).

Рисунок 3.6 – зразки хліба (контроль, №1, №2)

Також була створена дегустаційна комісія у складі 5-ти дегустаторів, які оцінювали досліджувані зразки хліба за п’яти-бальною шкалою (Додаток Г). Балова оцінка якості зразків хліба представлена на діаграмі (рис. 3.7).

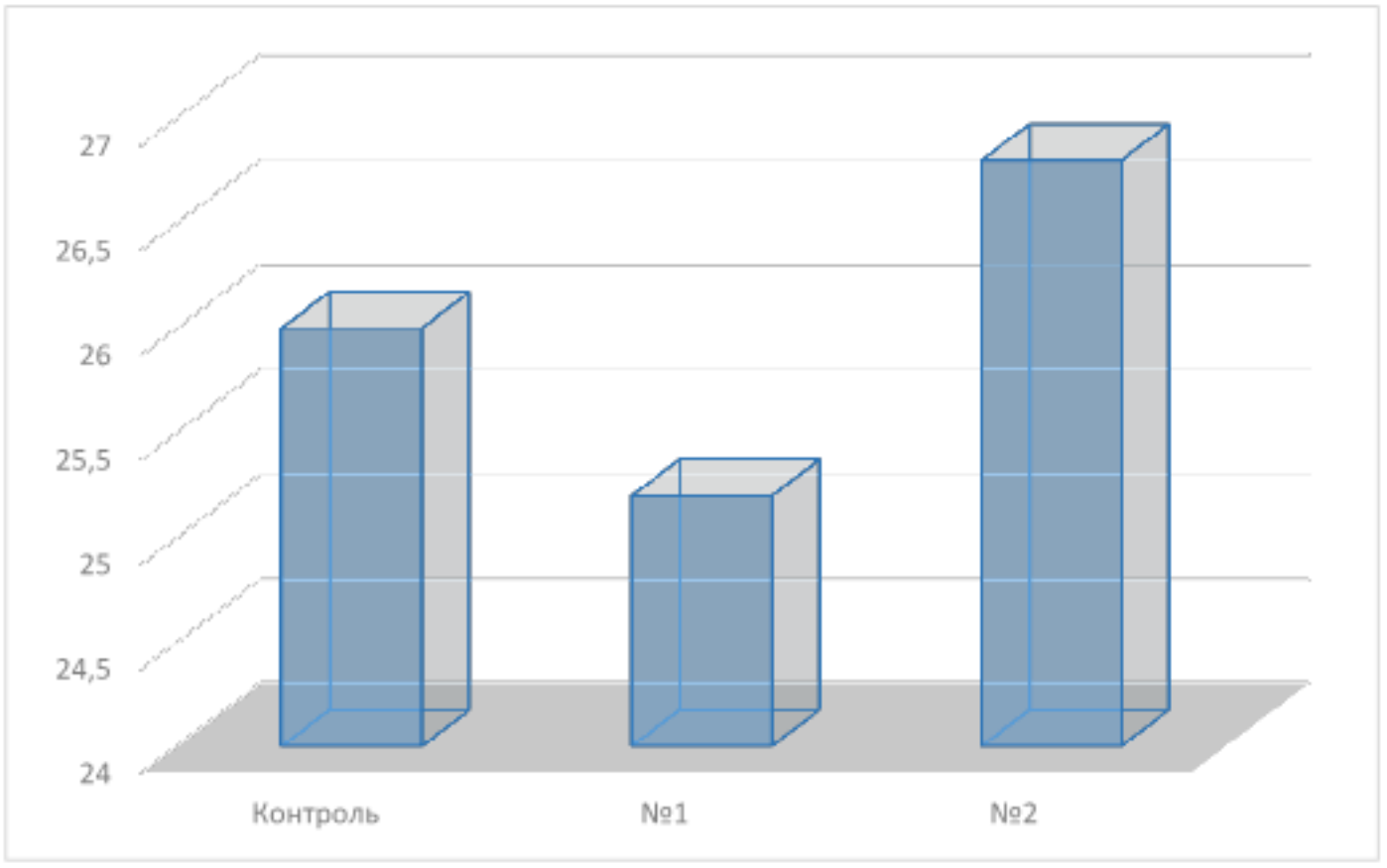


Рисунок 3.7 - Балова оцінка якості зразків хліба

Згідно з отриманими результатами органолептичної оцінки можна зробити висновок, що для подальших досліджень було обрано найоптимальніший варіант серед запропонованих – це зразок №2 (з додаванням 20% борошна зеленої гречки та 100% гарбузового соку).

3.4. Дослідження фізико-хімічних показників якості сировини та готової продукції

3.4.1. Дослідження вмісту клейковини борошна

Основною сировиною, необхідною для приготування хліба є борошно. В подальших дослідженнях ми проводили порівняльну оцінку за вмістом клейковини пшеничного борошна різних марок, а також суміші борошна з найоптимальнішого варіанту пшеничного борошна та зеленої гречки. Для визначення кількості та якості клейковини, ми обрали два зразки пшеничного борошна вищого сорту різних торгових марок – «Борошно Погребівське» та «Дніпромлин».

Вміст клейковини борошна ТМ «Борошно Погребівське» і ТМ «Дніпромлин» наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Порівняльна характеристика борошна ТМ «Борошно Погребівське» і ТМ «Дніпромлин» за вмістом клейковини

Клейковина	Вміст		Норма по стандарту [32]
	ТМ «Борошно Погребівське»	ТМ «Дніпромлин»	
Кількість, %	23,1	25,3	Не менше 24
Якість, одиниці ВДК	107	48	20-40, 80-100 [50] (II група)

Згідно з отриманими результатами, що свідчать про низький показник клейковини та її якості – III група (незадовільна), ми дійшли висновку, що «Борошно Погребівське» за вмістом клейковини та її якістю не відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови», пшеничному борошну вищого сорту [32].

Стосовно якості та вмісту клейковини борошна пшеничного «Дніпромлин» - воно відповідає вимогам нормативної документації. За якістю клейковини – 48 одиниць – I група.

Таким чином, за результатами проведеного дослідження для приготування суміші із гречаним борошном, ми обрали борошно пшеничне

вищого сорту ТМ «Дніпромлин» (рис. 3.8).

Рисунок 3.8 – Борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Дніпромлин»

Як зазначалось у пункті 3.1, ми використовували борошно, необхідне для приготування хліба у співвідношенні: 80% пшеничного ТМ «Дніпромлин» і 20% борошна із зеленої гречки ТМ «Екород натуральний огород».

Наступним етапом було визначення вмісту клейковини у зазначеній суміші борошна. Результати наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вміст клейковини у суміші пшеничного борошна та зеленої гречки

Клейковина	Вміст	Норма по стандарту [32]
	Суміш борошна	
Кількість, %	17,8	Не менше 24

Визначивши вміст клейковини в даній суміші борошна можемо стверджувати, що її показник помітно знизився порівняно з борошном пшеничним.

3.4.2. Визначення фізико-хімічних показників хліба

Дослідження якості зразків хліба за фізико-хімічними показниками провели відповідно до методик, представлених в пункті 2.2. В контрольному та зразку №2 проводили визначення вмісту вологи, кислотності, а також пористості.

Пористість визначає об’єм хліба та його структуру. За її показником можна характеризувати стан пропеченості хліба. Хліб пшеничний з гарною пропеченістю еластичний, одразу відновлює форму після його натискання. Не має розвинених пустот.

Визначення показника вологості, кислотності та пористості для хліба пшеничного з додаванням 20% гречаного борошна та 100% соку гарбуза, його порівняльна характеристика з контрольним зразком та відповідність державному стандарту наведено нижче, в таблиці 3.7. Фотографічне зображення проведення досліджень наведені в додатку В.

Таблиця 3.7 – Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків хліба

Показник	Назва зразка		
	Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки (Контроль)	Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки та 100% соку з гарбуза	Вимоги до стандарту [42]
Вологість	39,2%	39,8%	39 – 48%
Кислотність	2,5° Т	3,1° Т	2,5 – 5,0° Т
Пористість	70,5%	75,2%	Не менше ніж 63%

Отже, при визначенні фізико-хімічних показників досліджуваних зразків хліба встановлено, що вони знаходяться в межах норми для обох зразків і відповідають вимогам ДСТУ 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання».

3.5. Дослідження вмісту мікроелементів у хлібові пшеничному з борошном зеленої гречки та рослинними наповнювачами

Харчова цінність являється одним із провідних показників, що визначає якість готового продукту. В роботі також було досліджено вміст деяких мікроелементів, яких найбільше в борошні зеленої гречки та гарбузовому соці. Зокрема, було визначено кількість вітаміну А, оскільки гарбуз має велику кількість β-каротиноїдів та таких мінеральних речовин, що переважають в обох видах сировини: калій, магній, кальцій та фосфор.

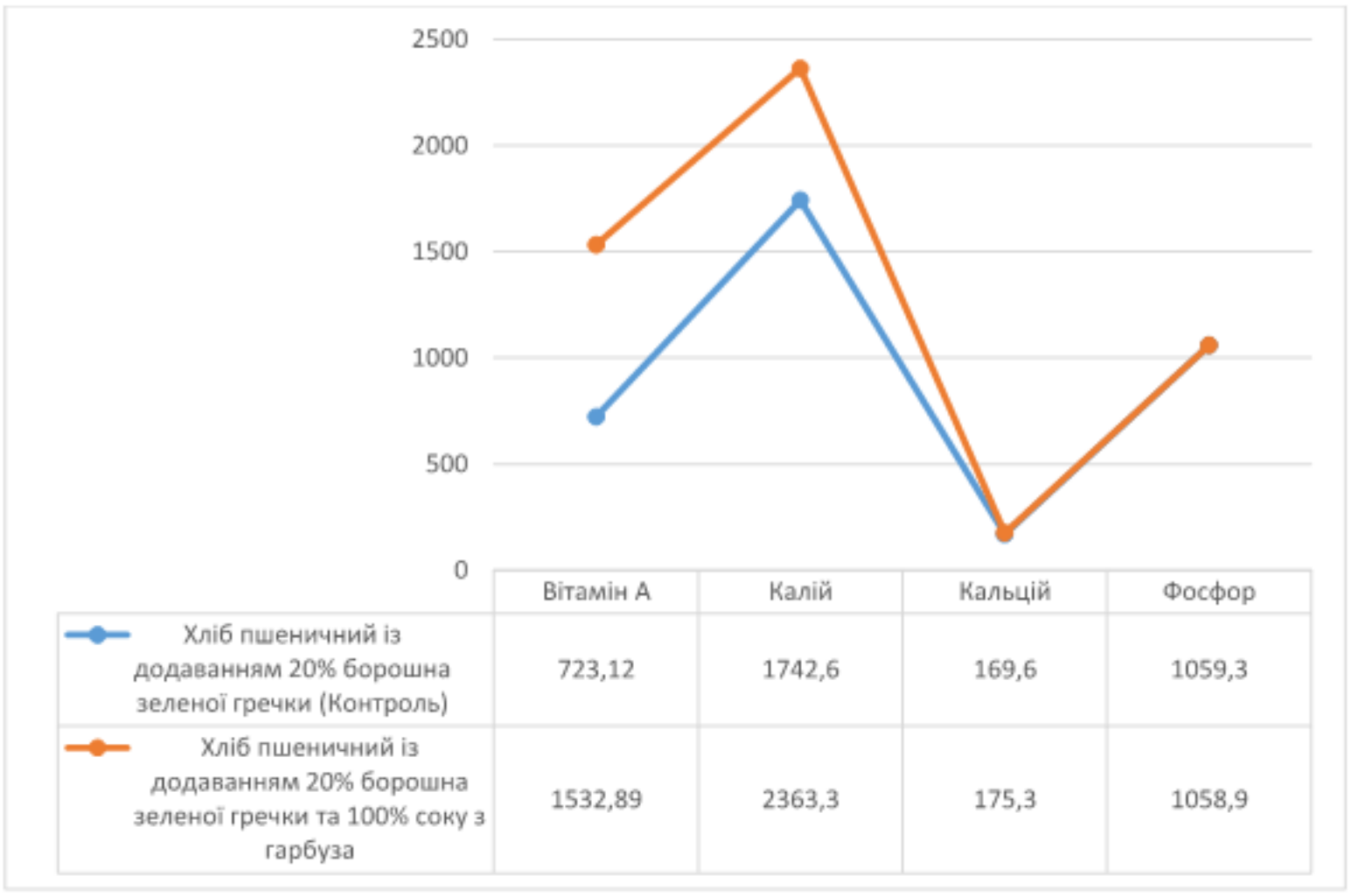
Дослідження проводили на державному підприємстві «Полтавський регіональний науково-технічний центр стандартизації, метрології та сертифікації» за допомогою найсучасніших пристроїв, які мають досить велику продуктивність та призначені для визначення найскладніших концентрованих зразків, та необхідних нам показників, в тому числі. Це, так званні, хроматограф ВЕРХ SHIMADZU та оптико-емісійний спектрометр із індуктивно-зв’язаною плазмою Avio 200.

Результати досліджень вмісту мікроелементів контрольного та дослідного зразка №2 представлені в протоколах випробувань (додатки Д) та наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.9 – Вміст мікроелементів у контрольному та дослідному зразках

Назва показника	Одиниці вимірювання	Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки (Контроль)	Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки та 100% соку з гарбуза
Вітамін А	мкг/кг	723,12	1532,89
Калій	мг/кг	1742,6	2363,3
Магній	мг/кг	486,4	455,3
Кальцій	мг/кг	169,6	175,3
Фосфор	мг/кг	1059,3	1058,9

Нижче, на рисунку 3.9 представлена порівняльна діаграма результатів дослідження.



	Вітамін А	Калій	Кальцій	Фосфор
Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки (Контроль)	723,12	1742,6	169,6	1059,3
Хліб пшеничний із додаванням 20% борошна зеленої гречки та 100% соку з гарбуза	1532,89	2363,3	175,3	1058,9

Рисунок 3.7 – Порівняльна характеристика вмісту мікроелементів у зразках хліба

Згідно з даними таблиці 3.8 та рис. 3.7, можемо стверджувати, що вміст вітаміну А в хлібові пшеничному із борошном зеленої гречки та соком гарбуза збільшився приблизно вдвічі, на 111% - це досить високий та один з найкращих показників.

Вміст калію також зріс – на 35 %, кальцій незначно підвищився, на 3%. Проте відбулось зменшення вмісту таких мінеральних речовин, як: магній – на 6% та фосфор на 0,03%.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Отже, шляхом експериментальних досліджень, було удосконалено технологію пшеничного хліба за рахунок гречаного борошна та соку із гарбуза. Згідно результатів досліджень можна зробити такі висновки:

– проаналізовано стан сучасних технологій виробництва хлібобулочних виробів;

– проведено порівняльну характеристику різних видів борошна;

– обґрунтувовано доцільність використання рослинних добавок у хлібобулочних виробах;

– проаналізовано хімічний склад борошна із зеленої гречки;

– визначено раціональну масову частку борошна зеленої гречки в кількості 20, 30 та 40% та соку із гарбуза в кількості 50% та 100% від об'єму води;

– розроблено рецептуру та удосконалено технологію хліба пшеничного з додаванням борошна зеленої гречки та соку гарбуза;

– проведено органолептичну оцінку та визначено фізико-хімічні показники хліба пшеничного з борошном зеленої гречки та соком гарбуза;

– визначено, що вміст вітаміну А в пшеничному хлібові, з додаванням 20% гречаного борошна та 100% гарбузового соку збільшився на 111%, вміст калію також зріс – на 35 %, кальцій незначно підвищився, на 3%. Проте відбулось зменшення вмісту таких мінеральних речовин, як: магній – на 6% та фосфор на 0,03%.

Заслуговують на увагу пропозиції щодо впровадження в начальний процес отриманих результатів кваліфікаційної роботи під час проведення лабораторних занять з вивчення навчальних дисциплін: «Технологія хліба, макаронних виробів та харчоконцентратів», «Контроль якості та безпеки харчових продуктів».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Романовська О., Венгер А. Інноваційні технології хлібобулочних здобних виробів. *The 8th International scientific and practical conference "Trends, theories and ways of improving science"(February 28–March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group*. 2023. С. 548. URL: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-7 (дата звернення: 09.06.2024).

2. Лепуга, В. М., Сидор В. М. Використання полісолодових екстрактів при виробництві хліба пшеничного. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека:* матеріали міжнар. Наук.-практ. конф. (м. Київ, 12-13 травня 2016 р.) Київ, 2016. С. 47-48.

3. Сукманов В. А., Супрун А. В. Використання екстракту лушпиння цибулі в технології пшеничного хліба. *Herald of Lviv University of Trade and Economics Technical sciences*. 2022. № 30. С. 60–67. URL: https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-30-08 (дата звернення: 09.06.2024).

4. Мультан Р.О., Вічко О.І. Інноваційні можливості фітодобавок у виробництві хлібобулочних виробів. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості*: матеріали VII міжнар. Наук.-техн. конф. м. Тернопіль. Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя. 28 – 29 вер. 2023. С. 47-48.

5. Сучасні аспекти використання рослинної сировини для гальмування псування хлібобулочних виробів зниженої вологості / К. Г. Іоргачова та ін. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25, № 5. С. 125–134.

6. Хмеляр А., Кухтин М. Дослідження активності житньо-пшеничної закваски з екстрактом базиліку. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Харчові технології* : І Міжнар. Науково-техн. конф.

«Якість води: біомед., технол., агропром. І екол. Аспекти», м. Тернопіль, 21 січ. 2022 р. 2022. С. 30.

7. Солоницька І.В., Пшенишнюк Г.Ф. Технологія виробництва хлібобулочних виробів з заморожених напівфабрикатів, збагачених екстрактом шипшини. *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості*: матеріали наук. Конф. присвячена 130-річчю НУХТ. м. Київ. Національний університет харчових технологій. 13-17 жовт. 2014, с. 191.

8. Верхівкер Я. Г., Петькова О. О. Аналіз використання технології асептичних напівфабрикатів із плодів та овочів при виробництві хлібобулочних виробів «відкладенного» випікання. *Нноваційні технології та підвищення ефективності виробництва харчових продуктів»* : Матеріали II всеукр. Науково-практ. конф., м. Умань, 7 квіт. 2021 р. Умань, 2021. С. 53–55.

9. Бєлова К., Гетьман І. А., Михонік Л. А. Використання гречаного борошна в технології хліба. *Використання гречаного борошна в технології хліба. Innovations and prospects of world science* : Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, м. Vancouver, 2–4 лют. 2022 р. Vancouver, Canada, 2022. С. 178–183.

10. Сімакова О., Назаренко І. А., Кондратенко О. В. Напрями використання безглютенових видів борошна у виробництві хлібобулочних виробів. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі* : Всеукр. Науково-практ. конф., м. Київ, 22–23 берез. 2017 р. Київ, 2017. С. 61–62.

11. ДСТУ ISO 21415-1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Чинний від 2011-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 12 с (Інформація та документація).

12. Bєla N.I. Celiakija ta hlib bez gljutenu. *Hlebnyj i konditerskij biznes: Naukovij zhurnal.* Kiïv. Ukraine. No 2. P. 38.

13. Enuftir : Користувач. *Enuftir : Репозитарій НУХТ : Головна*.URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31061/1/Sgamvsnybhisrtkb. (дата звернення: 09.06.2024).

14. Жигунов Д. О., Волошенко О. С., Хоренжий Н. В. Коригування

пшеничного борошна із незадовільними хлібопекарськими властивостями. *Scientific Works*. 2019. Т. 82, № 2. С. 23–29. URL: https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1244 (дата звернення: 09.06.2024).

15. Рисове борошно – перспективна сировина для виробництва безглютенового хліба / І. М. Медвідь та ін. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : Матеріали міжнар. Науково-практ. конф., м. Київ, 25–26 трав. 2017 р. Київ, 2017. С. 58–60.

16. Sabanis D., Tzia C. Effect of Rice, Corn and Soy Flour Addition on Characteristics of Bread Produced from Different Wheat Cultivars. *Food and Bioprocess Technology*. 2007. Vol. 2, no. 1. P. 68–79. URL: https://doi.org/10.1007/s11947-007-0037-7 (date of access: 09.06.2024).

17. Drobot V., Prihodko J., Berezhna H. Flour sorghum in the technology of gluten free bread. *Scientific Works of National University of Food Technologies*. 2019. Vol. 25, no. 1. P. 208–214. URL: https://doi.org/10.24263/2225-2924-2019-25-1-21 (date of access: 09.06.2024).

18. Mykolenko S., Tsaruk L., Chursinov Y. Effect of amaranth products and chia on bread quality. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies*. 2019. No. 5(1330). P. 145–151. URL: https://doi.org/10.20998/2413-4295.2019.05.19 (date of access: 09.06.2024).

19. Резвих Н. І., Горач О. О. Насіння ненаркотичних конопель – сировина для харчової промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2021. № 3. С. 79–86. URL: https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.3.10 (дата звернення: 09.06.2024).

20. Dzyundzya O. V., Zvaholska K. M. Analysis of non-traditional flour raw materials for the production of bakery products. *Taurian Scientific Herald. Series: Technical Sciences*. 2021. No. 1. P. 22–29. URL: https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4 (date of access: 09.06.2024).

21. Vaskivska A. O., Peresichna S. M. Technology of yeast-free bread using gluten-free raw materials. *Taurian Scientific Herald. Series: Technical Sciences*. 2022. No. 4. P. 44–54. URL: https://doi.org/10.32851/tnv-

tech.2022.4.6 (date of access: 09.06.2024).

22. Hachak U. R., Vavrysevych J. Застосування кріопорошку «гарбуз» в технології сиркових мас різної жирності. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2016. Т. 18, № 2. С. 41–45. URL: https://doi.org/10.15421/nvlvet6808 (дата звернення: 09.06.2024).

23. Використання напівфабрикатів гарбуза для збагачення хліба пшеничного / О. В. Бараболя та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 76–79. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.11 (дата звернення: 09.06.2024).

24. Грищенко А. М., Ганзина Б. О., Космик А. Р. Дослідження впливу органічного гарбузового пюре на якість хлібобулочних виробів з вівсяним борошном. Національний університет харчових технологій, 20 січ. 2024 р. Київ, 2024. С. 104–110.

25. Вплив плодового й овочевого соків на властивості тіста і якість булочних виробів. / Ю. М. Василенко та ін. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. Т. 127, № 06. С. 13–17.

26. Удосконалення технології виробництва зернових хлібців за рахунок використання інноваційних інгредієнтів. URL: http://dspace.ksau.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/4808/Дзюндзя%20Новікова_2020_Конференція_Хліб_Конд_.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата звернення: 09.06.2024).

27. Панасюк С. Г., Тараймович І. В. Використання овочево-фруктових порошків як інноваційних інгредієнтів у рецептурі крафтових хлібобулочних виробів. *Товарознавчий вісник*. 2022. Т. 2, № 15. С. 49–62. URL: https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-16-4 (дата звернення: 09.06.2024).

28. Солоницька І. В. Розробка технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності з використанням листових овочів та зеленої маси амаранту : автореф. дис. … канд. хім. наук. Одеса, 2000. 14 с.

29. Тополь І., Сильчук Т. Тополь, І. Збагачення хліба рослинним

білком. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : програма і матеріали 80 Міжнар. Наук. Конф. молодих уч., аспірантів і студентів, м. Київ, 10–11 квіт. 2014 р. Київ, 2014. С. 448–450.

30. Герасимчук О. Використання мікроводорості спіруліни в технології хлібобулочних виробів. *Scientists and existing problems of human development*: the 9th International scientific and practical conference. Zagreb, Croatia. International Science Group. November 14-17, 2023. P. 373-375.

31. Кайнаш А. П., Комбарова Ю. В. Способи поліпшення якісних характеристик хлібобулочних виробів. *Якість та безпечність продукції у внутрішній і зовнішній торгівлі й торговельне підприємництво: сучасні вектори розвитку і перспективи* : III Міжнар. Науково-практ. Інтернет-конф., м. Полтава, 15 лют. 2024 р. Полтава, 2024. С. 59–62.

32. ГСТУ 46.004-99. Борошно пшеничне. Технічні умови. Чинний від 1999-08-15. Вид. офіц. Київ, 1999. 12 с (Інформація та документація).

33. ДСТУ 7702:2015. Борошно гречане. Технічні умови. Чинний від 2016-08-01. Вид. офіц. Умань, 2015. с. 10 (Інформація та документація).

34. ДСТУ 4812:2007. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови. Чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. Умань, 2007. С. 17 (Інформація та документація).

35. ДСТУ 3583:2015. Сіль кухонна. Загальні технічні умови. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. 2015. с.16 (Інформація та документація).

36. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. Чинний від 2009-09-01. Вид. офіц. 2006. С. 20 (Інформація та документація).

37. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Чинний від 2015-02-01. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 28 с. (Інформація та документація).

38. ДСТУ 3190-95. Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови. Чинний від 1997-01-01. Вид. офіц. 1996. 14 с. (Інформація та документація).

39. Сертифікат : Відповідно до стандарту міжнар. Акредит. Органів сертифікації з орган. Вир-ва і перероб., як. Еквівалент. Регламентам Європ.

Союзу від 31.12.2022 р. № 21-1261-03-01.

40. Стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів, та скасування Постанови (ЄЕС) : Постанова Ради (ЄС) від 28.06.2007 р. № 834/2007.

41. Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) №834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів : Постанова Ради (ЄС) від 05.09.2008 р. № 889/2008.

42. ДСТУ 4588:2006. Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Чинний від 2008-07-01. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2006. 28 с. (Інформація та документація).

43. ДСТУ 9188:2022. Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості. Чинний від 2023-01-01. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2022. 13 с. (Інформація та документація).

44. ДСТУ ISO 6645:2004. Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини. Чинний від 2006-04-01. Вид. офіц. Держспоживстандарт України, 2004. 8 с. (Інформація та документація).

45. ДСТУ ISO 21415-1:2009. Пшениця і пшеничне борошно вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом. Чинний від 2011-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 12 с. (Інформація та документація).

46. ДСТУ 7045:2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико-хімічних показників. Чинний від 2010-11-01. Вид. офіц. 2010. 37 с. (Інформація та документація).

47. Оптико-емісійний спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою Avio 220 Max. *Лабораторне обладнання*. URL: https://soctrade.ua/obladnannya/perkinelmer-ukr/atomna-spektroskopiya/isp-spektrometri/avio220max/ (дата звернення: 09.06.2024).

48. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва / Г. П. Жемела та ін. 14-те вид. Дніпро : Полтав. держ. аграрна акад., 2005.

248 с.

49. ДСТУ 7517:2014. Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови. Чинний від 2015-02-01. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 14 с. (Інформація та документація).

50. John Doe. Аналітичне та технологічне обладнання. URL: https://technotest.com.ua/opredelenie-kolichestva-i-kachestva-syroy-kleykoviny-pshenicy-uk.html (дата звернення: 09.06.2024).

ДОДАТКИ