

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття рівня вищої освіти
бакалавр

на тему: **«Удосконалення технології хліба пшеничного за рахунок
використання рослинної сировини підвищеної
біологічної цінності»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньою програмою Харчові
технології
спеціальності 181 Харчові технології
рівня вищої освіти бакалавр
групи 181 ХТ бд 2020

Тетяна ГНУЧА

(власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача вищої освіти)

Керівник: **доц., к.т.н., Євгенія**
ХМЕЛЬНИЦЬКА

(наукове звання, посада, власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент: **доц., к.т.н.,**

Олена КАЛАШНИК

(наукове звання, посада, власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Полтава – 2024 року

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 _____

доцент.,к.т.н. Ніна БУДНИК

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали зав. кафедрою)

« ____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гнучі Тетяни Романівни

Прізвище, ім'я та по-батькові здобувача вищої освіти

1. Тема роботи: «Удосконалення технології хліба пшеничного за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності», керівник роботи доцент кафедри харчових технологій – Хмельницька Євгенія Вікторівна

(наукове звання, посада, прізвище та ініціали керівника роботи)

Затверджено засіданням кафедри протокол № ____ від « ____ » « ____ » 2023 р.

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

3. Вихідні дані до роботи: удосконалити технологію виробництва хліба пшеничного за рахунок використання ламінарії та висівок з метою створення функціонального продукту, який може бути рекомендований як додаткове джерело йоду та біологічно активних речовин.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні напрямки підвищення харчової цінності хліба

1.2. Харчова клітковина - перспективна складова продуктів харчування підвищеної біологічної цінності

1.3. Аналіз способів отримання функціональних інгредієнтів із

рослинної сировини

1.4. Обґрунтування використання інгредієнтів рослинного походження підвищеної біологічної цінності в технології хліба

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Сировина, що застосовувалася у дослідженнях та схема досліджень

2.2. Методи та методики визначення органолептичних показників якості

2.3. Методи та методики визначення фізико-хімічних показників якості

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення якості борошна та висівок пшеничних

3.2. Розробка рецептури та приготування хліба з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності

3.3. Визначення якості досліджуваних зразків хліба за органолептичними показниками

3.4. Визначення якості досліджуваних зразків якості хліба за фізико-хімічними показниками

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

6. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір і затвердження теми роботи.	25.09.2023 – 02.10.2023	
2.	Складання і погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.10.2023 – 06.10.2023	
3.	Опрацювання літературних джерел	09.10.2023 – 06.11.2023	
4.	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	07.11.2023 – 15.12.2023	
5.	Виконання теоретичного розділу роботи	18.12.2023 – 19.01.2024	
6.	Виконання аналітичних розділів роботи	22.01.2024 – 09.02.2024	
7.	Виконання спеціальних розділів	12.02.2024 – 01.03.2024	
8.	Оформлення тексту роботи	04.03.2024 – 10.05.2024	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі	13.05.2024 – 17.05.2024	
10.	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	20.05.2024 – 22.05.2024	
11.	Нормоконтроль та перевірка на плагіат	23.05.2024 – 10.06.2024	
12.	Захист кваліфікаційної роботи	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Тетяна ГНУЧА
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Євгенія ХМЕЛЬНИЦЬКА
(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Гнуча Тетяна Романівна.

Удосконалення технології хліба пшеничного за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності.

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

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

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології хліба пшеничного за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел, додатків. Викладена на 48 сторінках комп'ютерного тексту, має 16 таблиць і 11 рисунків основного тексту. Список літератури складається із 47 джерел.

Об'єкт дослідження: технологія хліба пшеничного з додаванням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності.

Предмети дослідження: борошно пшеничне, висівки пшеничні, хліб пшеничний.

Результати досліджень: експериментальним шляхом обґрунтоване використання висівок в технології хліба пшеничного, з додаванням їх на стадії замішування тіста в кількості 5% від маси борошна, з паралельним додаванням ламінарії слані - 5%. Доцільність використання висівок пшеничних та ламінарії підтверджено визначенням якості зразків хліба за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Використання такої сировини дозволить отримати хліб збагачений йодом, клітковиною, вітамінами та мінеральними речовинами.

Ключові слова: висівки пшеничні, ламінарії слані, хліб пшеничний, рослинна сировина підвищеної біологічної цінності, дослідження якості.

ABSTRACT

Gnucha Tetyana Romanivna.

Improvement of wheat bread technology due to the use of vegetable raw materials of increased biological value.

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

Poltava State Agrarian University, Poltava, 2024.

The purpose of the qualification work is to improve the technology of wheat bread due to the use of plant raw materials of increased biological value.

The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions and proposals, a list of used sources, and appendices. It is laid out on 48 pages of computer text, has 16 tables and 11 figures of the main text. The bibliography consists of 47 sources.

The object of research: the technology of wheat bread with the addition of vegetable raw materials of increased biological value.

Research subjects: wheat flour, wheat bran, wheat bread.

Research results: the use of bran in the technology of wheat bread is substantiated experimentally, with their addition at the stage of kneading the dough in the amount of 5% of the flour mass, with the parallel addition of kelp - 5%. The feasibility of using wheat and kelp bran was confirmed by determining the quality of bread samples according to organoleptic and physicochemical indicators. The use of such raw materials will allow you to get bread enriched with iodine, fiber, vitamins and minerals.

Key words: wheat bran, dried kelp, wheat bread, vegetable raw materials of increased biological value, quality research.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Сучасні напрямки підвищення харчової цінності хліба	8
1.2. Харчова клітковина - перспективна складова продуктів харчування підвищеної біологічної цінності	11
1.3. Аналіз способів отримання функціональних інгредієнтів із рослинної сировини	13
1.4. Обґрунтування використання інгредієнтів рослинного походження підвищеної біологічної цінності в технології хліба	15
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Сировина, що застосовувалася у дослідженнях та схема досліджень	17
2.2. Методи та методики визначення органолептичних показників якості	18
2.3. Методи та методики визначення фізико-хімічних показників якості	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Визначення якості борошна та висівок пшеничних	24
3.2. Розробка рецептури та приготування хліба з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності	25
3.3. Визначення якості досліджуваних зразків хліба за органолептичними показниками	28
3.4. Визначення якості досліджуваних зразків якості хліба за фізико-хімічними показниками	32
	37
ВИСНОВКИ ТА ПРОЗИЦІЇ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
ДОДАТКИ	48

ВСТУП

Погіршення екологічного стану навколишнього середовища та його негативний вплив на здоров'я людей ставить задачу перед виробниками харчової продукції пошуку шляхів уникнення негативного впливу продуктів харчування на організм людини.

Харчування – один із факторів, який може зменшити вплив негативної дії зовнішнього середовища на організм людини. Це може бути досягнуто шляхом підвищення харчової та біологічної цінності харчових продуктів, розробкою рецептури та технології продуктів із заданими властивостями.

Науковцями та практикаками досліджена значна кількість нетрадиційної сировини рослинного та тваринного походження, яка при використанні в технологіях харчових продуктів має імуномодельючі та захисні властивості, дозволяє розробити рецептуру продуктів харчування із функціональними властивостями.

Актуальність теми. Незбалансованість харчування населення викликає появу хвороб, які прийнято називати «хвороби цивілізації». Вирішення проблеми появи цих хвороб та їх зменшення можливе за рахунок впровадження у виробництво технологій продуктів харчування, що мають підвищену харчову та біологічну цінність. Такі технології повинні стосуватися, в першу чергу, продуктів масового споживання та щоденного вжитку.

До продуктів щоденного вжитку відносить хліб та хлібобулочні вироби, їх частка в раціоні харчування складає близько 15%. Харчова та біологічна цінність хліба залежить від сировини та технології виробництва. Традиційні сорти хліба мають високу енергетичну цінність, низький вміст поживних речовин, зокрема, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, мають незбалансований амінокислотний склад.

Тому враховуючи вищевказане слід відзначити, що пріоритетною задачею виробників хліба є розробка та створення такого асортименту цієї продукції, який був би збагачений функціональними інгредієнтами. З цією

метою доцільно розробляти рецептури хліба з використанням сировини рослинного походження підвищеної харчової та біологічної цінності.

Мета дослідження. Удосконалення технології хліба пшеничного за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності

Мета дослідження зумовила вирішення таких **завдань**:

- проаналізувати сучасні напрямки підвищення харчової цінності хліба та способи отримання функціональних інгредієнтів із рослинної сировини;
- обґрунтувати використання інгредієнтів рослинного походження підвищеної біологічної цінності в технології хліба;
- розробити рецептуру та технологію виготовлення хліба з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності;
- визначити якість висівок пшеничних, як сировини підвищеної біологічної цінності в технології хліба
- дослідити якість отриманих зразків хліба за органолептичними фізико-хімічними показниками;
- на основі проведених досліджень с внести відповідні пропозиції.

Об'єкт дослідження: технологія хліба пшеничного з додаванням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності

Предмет дослідження: борошно пшеничне, висівки пшеничні, хліб пшеничний.

Методи дослідження. В роботі використовували теоретичні, аналітичні, лабораторні, статистичні методи дослідження.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота з теми дослідження викладена на 48 сторінках комп'ютерного тексту, її зміст складається із вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел, додатків. Робота має 16 таблиць і 11 рисунків основного тексту. Список літератури складається із 47 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні напрямки підвищення харчової цінності хліба

Якість та раціон харчування значною мірою впливають на стан здоров'я людей. Незбалансований раціон харчування сприяє появі захворювань, які згруповані у «хвороби цивілізації», серед яких найпоширенішими є хвороби серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, хвороби пов'язані із порушенням обміну речовин, онкологічними захворюваннями тощо. [1–3]. Відповідно до Всесвітньої декларації і плану дій в галузі харчування, провідними країнами Європи та Україною було розроблено Концепцію створення функціональних продуктів харчування. Відповідно до цієї концепції, з метою покращення здоров'я людей рекомендовано проводити корегування раціону харчування людей шляхом розробки рецептури продуктів харчування із спеціальними властивостями, тобто функціональних продуктів харчування. [1;3–9].

Створення таких продуктів передбачає використання спеціальних інгредієнтів, або їх комплексу, які здатні позитивно впливати на роботу організму людини в цілому. [1; 4; 6]. Аналіз літературних джерел засвідчує, що до групи функціональних інгредієнтів відносять розчинні та нерозчинні харчові волокна, мінеральні речовини, пробіотики та пребіотики, білки, жири, амінокислоти, вітаміни, тощо [4; 6–8; 10].

Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини» дає чітке визначення терміну «функціональний продукт харчування» та регламентує виробництво таких продуктів в Україні [11].

Матеріали Комісії Codex Alimentarius рекомендують змінювати рецептуру та додавати функціональні інгредієнти в першу чергу у продукти щоденного вжитку, які є в раціоні харчування кожної людини [1; 4; 6; 12;

13]. (рис.1.1). До переліку цих продуктів відноситься хліб та хлібобулочні вироби, які споживаються різними верствами населення, незалежно від віку, статті, рівня доходів та зайнятості.



Рисунок 1.1 – Етапи створення продуктів функціонального призначення

Асортимент хліба та хлібобулочних виробів налічує значну кількість виробів, найпоширенішою продукцією є та, яка виготовлена із пшеничного борошна, їх частка становить 45%. [18].

Хімічний склад та поживна цінність хліба повністю залежить від виду та сорту борошна. Зазвичай, преробка зерна пшениці передбачає такі операції: виділення оболонки; руйнування алейронового шару, видалення зародку. Саме ці частини зернівки містять значну кількість поживних речовин (білки, жири, вітаміни, мінеральні речовини), які впливають на якість борошна, а так як борошно є основною сировиною для виготовлення хліба, то в подальшому і на якість хліба. [15; 16].

Добова норма споживання хліба становить 277 г на дорослу людину. За умови щоденного споживання такої кількості хліба потреба організму людини в білках задовольняється на 40-43%. Але всі ці білки не мають високої біологічної цінності, так як в них недостатньо незамінних амінокислот (лізин, треонін, триптофан). [15; 16; 20].

Хліб із пшеничного борошна характеризується нерівномірним співвідношенням білків та вуглеводів, в середньому 1:6, вуглеводи представлені моно- та дисахаридами. [16]. В таких виробках значно знижений вміст харчових волокон, які позитивно впливають на роботу кишково-шлункового тракту та впливають на обмін речовин, добова норма харчових волокон повинна складати 25-30 г, що не здатна забезпечувати споживанням хліба із пшеничного борошна [8; 15; 22].

Хліб із пшеничного сортового борошна лише на 11-23% забезпечує добову потребу організму людини в вітамінах В1, В6, В3. Якщо говорити про такий самий хліб із обойного борошна, кількість цих вітамінів зростає у 1,5 – 2,5 рази. [15].

Мінеральний склад також залежить від сорту борошна. Чим вищий сорт борошна, тим менший вміст мінеральних речовин. При підвищенні сортності борошна порушується співвідношення важливих елементів : кальцію та фосфору, воно повинно бути 1:1,5, а, у хлібі з борошна вищого гатунку їх співвідношення становить 1:3. Також існує невідповідність у співвідношенні кальцію і магнію - 1:2,5; при оптимальному – 1:0,75. Хліб із борошна вищого сорту бідний на залізо. Хліб із борошна нижчих сортів покриває добову потребу організму на 34-77%, а хліб із борошна вищих сортів лише на 20,4%. [16].

За рахунок того, що хліб із борошна вищого сорту є бідним на корені для організму людини речовини, та не забезпечує добову потребу в них, можна стверджувати, що рецептура хліба, як продукту щоденного вжитку має бути удосконалена, за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності.

Аналіз літературних джерел свідчить про різнопланові напрацювання в питаннях підвищення харчової та біологічної цінності хліба. Також про можливість надання йому властивостей, що можуть його позиціонувати як функціональний продукт харчування оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення. Серед найпоширеніших сучасних

напрямах підвищення харчової цінності хліба пшеничного можна виділити такі:

- біозбагачення (біофортificaція) зернових культур ;
- збагачення сировини для хлібопекарської промисловості;
- використання функціональних компонентів в технологіях хлібобулочних виробів [23].

Біофортificaція (біозбагачення) основних зернових культур передбачає виведення сортів вже із заданими функціональними властивостями. Серед яких здатність накопичувати вітаміни та мінеральні речовин за рахунок підвищеної поглинальної здатності рослини із ґрунту. Така можливість забезпечується за рахунок використання в технологіях вирощування сучасних методів гентики, геноміки та селекції. [24; 25].

Проблемою біофортificaції займається Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) в тісній співпраці із Групою міжнародних досліджень в галузі сільського господарства. Такі співпраця успішно реалізується в програмах біофортificaції таких культур як рис та бобові культури (напрямом якого є збагачення залізом та цинком), кукурудзи (збільшення вмісту каротиноїдів та цинку), пшениці, сорго (збільшення вмісту незамінних амінокислот) тощо [25].

Ще в 2012 році було сформовано Державну науково-технічну програму «Біофортificaція та функціональні продукти на основі рослинної сировини». Мета цієї програми оздоровити націю шляхом впровадження здорового харчування задля зменшення «хвороб цивілізації» шляхом таких напрямків: створення сільськогосподарських рослин здатних накопичувати підвищені рівні поживних речовин; створення продуктів харчування із рослинної сировини, що мають функціональні властивості [26].

Збагачення сировини для хлібопекарської промисловості передбачає збагачення борошна в процесі його виготовлення.

Фортificaція борошна на борошномельних підприємствах

передбачає внесення до його складу вітамінів або мінеральних речовин. Збільшення вмісту цих речовин можливе за рахунок використання таких речовин хімічного походження. Зазвичай борошно збагачують вітамінами групи В, вносять додатково залізо, цинк, мідь, селен, магній, марганець, йод [27–29].

В Україні створено Національний альянс із фортифікації харчових продуктів, де передбачене також використання функціональних компонентів в технологіях хлібобулочних виробів. До таких компонентів можна віднести хлібопекарські дріжджі, які збагачені селеном та йодом, використання йодованої солі, мінералізованої води [32-35].

Використання функціональних компонентів в технологіях хлібобулочних виробів полягає в застосуванні з цією метою натуральної нетрадиційної для хлібопечення тваринної та рослинної сировини. [2; 12].



Рисунок 1.2 – Фортифікація харчових продуктів

Розрізняють 4 способи фортифікації харчових продуктів:

- проста фортифікація – це додавання нутрієнтів у кількостях, що переважає його природний рівень;
- відновлення вмісту нутрієнтів, зокрема вітамінізація ;
- стандартизація харчових продуктів, компенсація різниці вмісту нутрієнтів у використаній сировині та готовому продукті;
- внесення нутрієнтів в продукти, в яких вони відсутні.

1.2. Харчова клітковина - перспективна складова продуктів харчування підвищеної біологічної цінності

Харчова клітковина – це вуглеводи, що містяться в рослинах. Такі вуглеводи не перетравлюються в шлунку, але вони піддаються розщепленню у кишківнику під дією бактерій. Вони формують стінки клітин рослин, сюди відносяться целюлоза, геміцелюлоза, камедь, пектин, протопектин, слиз, крохмаль, агароїди тощо. З точки зору ботаніки, рослинна клітковина — це залишки рослинних стінок, з точки зору харчування це — «харчові волокна», або «дієтичні волокна».

Целюлоза – полімер, що формується у грубих стінках клітин рослин, він формує щільну дерев'янисту структуру. Геміцелюлоза та лігнін містяться у прошарках між фібрилами, які складають целюлозу. Целюлоза формує структуру їжі, зазвичай в рослинній їжі її вміст складає 1%. Целюлоза не засвоюється організмом, залежно від ступеня обробки рослинної сировини її засвоюваність може бути в межах 6-23%. За рахунок своєї будови, целюлоза стимулює роботу шлунково-кишкового тракту, підвищує пересаль тик у кишківника, позитивно впливає на розвиток корисної мікрофлори в ньому та сприяє виведенню із організму холестерину.

Геміцелюлоза – це полісахариди, які володіють здатністю при низьких температурах, в присутності іонів водню, гідролізуватися. Геміцелюлози відіграють позитивну роль в раціоні людини. Вони на 95% перетравлюються у кишківнику, впливають на обмін речовин, маючи властивість сорбентів, виводять із організму холестерин, важкі метали.

Пектинові речовини представлені пектином та протопектином.

Пектини являють собою водорозчинні речовини, бувають високо- та низькоестерифіковані, що залежить від ступеня полімеризації та естерифікації .

Протопектин – це природний пектин, нерозчинний у воді. Пектинові речовини є продуктом, що вироблять із продуктів переробки фруктів та

овочів, багатих на вміст пектинових речовин, наприклад, яблука, цитрусові, жом буряку тощо.

За рахунок своєї хімічної будови, властивостей складових харчова клітковина володіє вологоутримуючою здатністю, здатністю сорбувати воду. Потрапляючи в організм людини харчова клітковина зв'язується із білками, жирами, ферментами, що присутні в кишківнику людини або утворюються в кишково-шлунковому тракті в процесі перетравлювання їжі.

Здатність харчової клітковини утримувати вологу можна пояснити будовою полімерів, характером їх поверхні, пористістю, особливостями складу. Підвищеною волого утримуючою здатністю володіють пектинові речовини, полісахаради геміцелюлоз, меншу- лігнін. Целюлоза за рахунок будови та структури капілярів має здатність як поглинати та к утримувати вологу. [24, 25].

Харчовим волокнам притаманні іонообмінні властивості. Їх особливість в тому, що вони здатні зв'язувати в більшості катіони, що впливає на розподіл та обмін мінеральних речовин в шлунково-кишковому тракті. Внаслідок цього змінюється засвоєння важких металів, фенолів тощо. Харчова клітковина зернових культур має більшу катіоннообмінну здатність ніж харчова клітковина овочів та фруктів.

Харчові волокна мають високу сорбційну здатність, за рахунок чого зв'язуються іони важких металів (свинць, кадмій тощо), нітрати та нітроти. [26].

Аналіз літературних джерел засвідчив можливість використання харчових волокон в якості сорбента в лікувальній практиці. Дослідження проведені з метиленою синню дозволили дійти висновку, що за своїми сорбційними властивостями харчова клітковина може бути прирівняна до дії активованого вугілля. Харчова клітковина отримана із різних рослинних джерел показала такий порядок сорбційної активності: харчова клітковина вичавок винограду-харчова клітковина буряків – харчові волокна люцерни- харчові волокна конюшини. Деякими дослідниками [] доведена здатність

харчової клітковини зменшувати вміст холестерину за рахунок виведення жовчних кислот, а також адсорбувати грам позитивні і грам негативні бактерії.

Харчова клітковини володіє радіопротекторними властивостями, тобто сприяє очищенню організму людини від радіонуклідів, а також захищає організм від їх додаткового потрапляння. [27].

Існує безліч напрацювань щодо позитивного впливу споживання продуктів збагачених харчовою клітковиною на організм людини в цілому. Недостатнє споживання клітковини сприяє появі та розвитку хвороб шлунково-кишкового тракту, зокрема товстий кишківник (закрепи, коліти, околочічні захворювання). Пшеничні висівки, пектини та целюлоза запорають утворенню пухлин, а споживання фруктів та овочів, які багаті на вітамін С, вітамін А, вітамін Е, пригнічують розвиток пухлин.

Харчова клітковина позитивно впливає на перебіг хвороб серцево-судинної системи, знижує рівень глюкози в крові хворих на цукровий діабет, попереджає розвиток атеросклерозу, збільшує стійкість організму до фізичних навантажень. Також споживання клітковини показане при хворобах обміну речовин, зокрема ожиріння та надлишкова маса тіла, церозі печінки та хворобах нирок.

В середньому людина споживає не більше 25 г харчових волокон на добу, джерелами надходження яких є хліб та продукти переробки зерна - 10 г, картопля - близько 7 г, 6 г- овочі, 2 г - фрукти і ягоди.

1.3. Аналіз способів отримання функціональних інгредієнтів із рослинної сировини

Формування якості продуктів переробки зерна залежить від ряду факторів, серед яких хочеться виділити - якість сировини, рівень технологічного забезпечення та якість обладнання, використання сучасних технологій.

Якість сировини формується комплексом впливових чинників серед яких варто відзначити її очищення від різних домішок, луцення (за потреби), гідротермічна обробка.

Гідротермічна обробка застосовується з метою зміни технологічних властивостей зерна, завдяки цьому процесу зерно вирівняним за розмірами. Гідротермічна обробка ґрунтується на поєднанні таких складових як температура, вологість, тиск, час обробки. Кожен із цих складових може проводитися різними способами та методами:

1. Зміна вологості може відбуватися шляхом або додавання водо, або миття в спеціальних барабанах, або обробкою парою в спеціальних машинах.
2. Застосування підвищеного або зниженого тиску.
3. Коригування температурних режимів: холодне, гаряче, швидкісне[36].

Науковцями [38] доведена впливу гідротермічної обробки на підвищення біологічної цінності зерна, а саме на вміст вітамінів. Під час проведення гідротермічної обробки із застосуванням холодного режиму, в зернівці проходить активація ферментів, які впливають на розщеплення білків, жирів та вуглеводів, що впливають на подальше їх засвоєння організмом людини. Режим холодного кондиціонування проводять з використанням води температура якої 30-40°C [36]. Зволоження, яке відбувається при низьких температурах сприяє біологічному активуванню зерна та призводить до накопичування вітамінів. Визначено, що

гідротермічна обробка зерна при температурі 16-18 °С сприяє синтезу вітамінів з антиоксидантними властивостями.

Використання холодних температурних режимів сприяє підвищення споживних якостей зерна за рахунок біологічного активування. За рахунок цього підвищується його харчова цінність, а зерно може бути використане в якості сировини для продуктів функціонального призначення.

Пророщування зерна – це небажаний процес, який проходить при порушенні режимів зберігання. Цей процес відбувається під дією таких факторів: доступ повітря, достатня вологість, дія позитивних температур. Під час зберігання пророщування зерна призводить до його псування, внаслідок чого знижується якість борошна отриманого із такої сировини (поява солодкого смаку, зниження сипкості, зниження якості клейковини).

З метою використання пророщених зерен в технологіях функціональних харчових продуктах його піддають пророщування з використанням спеціальних технологій. Такі технології запроваджені в промислових масштабах, для цього використовують приміщення із гарним освітленням та мають додаткову вентиляцію. Приміщення оснащені ємкостями, в які звантажуються сировина для пророщування. Умовами зовнішнього середовища є температура 12-15⁰С при вологості повітря 80-90%. [39]. Пророщування проводять з метою накопичення активних ферментів пророщеного зерна, який називають свіжепророщеним солодом. Свіжепророщений солод характеризується такими показниками, як розмір та вид паростків. Залежно від цих показників формується якість кінцевого продукту, який залежить від інтенсивності проходження хімічних і біохімічних процесів під час пророщування. Свіжепророщений солод з найкращими якісними показниками повинен мати довжину корінця – 2/3 від довжини зернівки. [40].

Отримання клітковини із різних видів сировини рослинного походження та використання її в технологіях продуктів переробки зерна ретельно вивчалось на базі Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ.

Науковцями були застосовані сучасні технології модифікації рослинної сировини, зокрема електроімпульсна, кріогенна, екстракційна, хімічна з метою отримання харчової клітковини, збагаченої екстрактами лікарських рослин. Також було проведено дослідження залежності зменшення хвороб серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту від кількості спожитої клітковини. [41].

Теоретичними та практичними дослідженнями було встановлено негативний вплив вживання клітковини, яка очищена від біологічно активних речовин. При споживанні такої клітковини порушується баланс мінеральних речовин і мікроелементів в організмі людини, що характеризується засвоюваністю заліза та цинку. Збагачення висівок вітаміном С в кількості 70-500 мг покращує засвоюваність цинку та заліза. З цією метою науковцями НУХТ було розроблено клітковину із додаванням вітамінних екстрактів, макро- та мікроелементів, що рекомендована для споживання.

Задоволення попиту на продукти харчування оздоровчого призначення, до складу якого входять харчові волокна передбачають удосконалення технологій продуктів харчування. На сьогодні на ринку представлена велика кількість продуктів збагачених харчовими волокнами, серед яких борошняні кондитерські вироби, з підвищеним вмістом лактулози, печиво, яке містить натуральне харчове волокно фібрегам, отримане із смоли акації . [42].

Запропоноване використання композиції розчинної клітковини, до складу якої додатково внесені селен, йод та цинк. Позитивний вплив такої клітковини рекомендоване до споживання Українським інститутом екології людини з метою профілактики хвороб визваних нестачею мікроелементів, зокрема, йоду, селену, цинку. Також для профілактики хвороб шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, виведення із організму солей важких металів, радіонуклідів, нітратів та нітритів, поганому засвоєнню кальцію [42].

Українські виробники тісно співпрацюють із закордонними підприємствами щодо можливості використання в технологіях хліба

сучасних інгредієнтів функціонального призначення. Українсько-фінський пекарський центр «LEIPURIN» реалізує сировину необхідну для хлібопекарської промисловості та пропонує нетрадиційну сировину, зокрема суміш для хлібобулочних виробів «Fiona-mix», яка містить підвищений вміст житніх харчових волокон, клітковину житню R 6500 FRF. [43].

Українська торгівельна марка «ВІТАПАН» пропонує в реалізації інноваційні суміші для виробництва хліба та хлібобулочних виробів, борошняних кондитерських виробів [44].

ТОВ «Центр Пекарів «АРІАНТА» здійснює імпорт на ринок України продукцію таких відомих на ринку інгредієнтів компаній як: Ензим, Lesaffre Україна, Олімпіум, IRCA, Trevalli, Molino Naldoni та інших. Продукція цих виробників представлена готовими сумішами для виготовлення хліба. До складу цих сумішей входить нетрадиційна сировина рослинного походження підвищеної біологічної цінності, яка призначена для виробництва функціональних видів хліба. Такі суміші містять насіння льону, гарбуза, соняшника, додатково збагачені різними мінеральними речовинами, що сприяють поширенню [45].

Широкий асортимент зернових та спеціальних сумішей, хлібних сумішей та поліпшувачів виробництва Німеччини представляє компанія На українську ринку функціонує компанія «ВАКІТО». В якості сировини використано кукурудзу, соняшник, льон, насіння кунжуту, пшеничних та житніх висівок тощо.[46].

Таким чином, використання в технологіях хліба, хлібобулочних виробів, борошняних кондитерських виробів сумішей на основі харчових волокон дає можливість не тільки розширити асортимент такої продукції за рахунок удосконалення рецептурного складу та технологій приготування.

1.4. Обґрунтування використання інгредієнтів рослинного походження підвищеної біологічної цінності в технології хліба

Аналіз літературних джерел щодо вивчення проблеми поліпшення цінності пшеничного борошна за рахунок використання інгредієнтів рослинного походження підвищеної біологічної цінності показав, що найчастіше процес збагачення відбувається на стадії приготування хліба під час технологічного процесу. На стадії започаткування перебуває впровадження поліпшення борошна нетрадиційними інгредієнтами під час його виробництва на борошномельному підприємстві.

Практично доведена доцільність використання в якості збагачувачів сировини зернових, бобових, олійних культур. В якості поліпшувачів можливе застосування сировини рослинного і тваринного походження. Серед поліпшувачів рослинного походження слід відзначити сою, солодові екстракти, висівки, ферментовану зернову продукцію, топінамбур, морські водорості, листові овочі, екстракти лікарських рослин та коренеплоди.

Серед інгредієнтів тваринного походження найчастіше використовують продукти пробки молока, а точніше, вторинні продукти – сироватку, білкові концентрати, знежирене молоко. За рахунок додавання таких складових хліб та хлібобулочні вироби збагачуються білками, вітамінами групи В, мінеральними речовинами, зокрема кальцієм.

Молочну сироватку додають у 10% найменувань хлібобулочних виробів від загального обсягу виробництва. Сироватка покращує структурно-механічні якості готового виробу (питома вага, пористість), органолептичні показники (колір, смак та аромат), уповільнюється їх черствіння. [30,31].

Хліб та хлібобулочні вироби виготовлені за традиційними рецептурами мають високу калорійність. Для зниження калорійності вміст жиру та яєць замінюють овочами, додатково вносять бета каротин, в якості вітамінної добавки. Також використовують нетрадиційну сировину - розпорошу, олії насіння льону та кунжуту, відходи масложирової,

крохмале-патокової, пивоварної промисловості. Все частіше зустрічаються напрацювання в питаннях використання різних видів шротів, плодової та овочевої сировини, вичовок винограду, жому обліпихи тощо в технологіях хліба [32].

Продукти переробки плодів, таких як яблука, чорна смородина, виноград та овочів, буряк, морква, томати, гарбуз служать сировиною для збагачення продукції хлібопекарського виробництва вітамінами, органічними кислотами, пектиновими та мінеральними речовинами. З цією метою застосовують плодови та овочеві соки, пюре, пасти, порошки і т.ін.

Не обділена увагою і пряно ароматична сировина та зеленні овочі, які здатні покращувати органолептичні властивості, а саме колір, смак та аромат та харчову цінність готових виробів. Із цієї групи товарів найчастіше використовують зелену цибулю, листя селери, шпинат, кріп.

Розроблено технологію хліба з використанням гречаного борошна як джерело вітамінів групи В, який позитивно впливає на нормалізацію обміну речовин, покращує роботу імунної системи, шлунково-кишкового тракту, сприяє підтриманню стану здоров'я організму в цілому.

Несприятливі фактори зовнішнього середовища, а саме нестача йоду, викликають захворювання щитовидної залози. З метою попередження йододефіциту в організмі людини рекомендовано в раціон харчування включати хліб з використанням водоростей ламінарії (морської капусти), яка багата на йод та є доступною сировиною.

Науковці НУХТ запропонували використовувати в хлібопеченні зоостеру, яка має схожі властивості із ламінарією та надає хлібу функціональних властивостей за рахунок своїх лікувально-профілактичних властивостей.

Практичними напрацюваннями науковців ОНАХТ підтверджене використання порошку із листя шпинату, як джерела харчових волокон, мінеральних речовин, органічних кислот.

Значна увага приділена використанню висівок із різних зернових культур та зародків і технологіях хлібобулочних виробів [32]. Розроблена технологія отримання борошна з високим вмістом висівок, яке містить у своєму складі до 20% білкових речовин, 65-70% вуглеводів, амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни тощо.

На підприємствах борошномельної галузі використовують технологію збагачення борошна сухою пшеничною клейковиною. Таку технологію використовують для борошна із низькими хлібопекарськими характеристиками. Після додавання сухої пшеничної клейковини та виготовлення хліба із поліпшеного борошна, готові вироби вирізняються збільшеним об'ємом, має гарну пористість, структуру м'якушки, привабливий зовнішній вигляд. Для виробництва звичайного асортименту хлібобулочних виробів суху пшеничну клейковину додають у кількості 1-4% від маси борошна. Якщо готують вироби для споживання людьми із порушеним обміном речовин, зокрема діабетиків, кількість сухої пшеничної клейковини становить 15-20% від маси борошна.

Знайшло практичне впровадження у виробництво хлібобулочних виробів вітамінізованих фітокомпозицій, дієтичних та вітамінно-мінеральних преміксів. Всі ці продукти є натуральними виготовленими на основі зернових культур з додаванням морепродуктів (водоростей), лікарських рослин (цикорій, м'ята, глід, кропива собача, розторопша), натуральних овочів та фруктів (яблука, лимони, чорниця, морква, буряк, гарбуз, томати). Додавання такої сировини дозволяє отримати готовий виріб із підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних речовин, зберігається амінокислотний склад, вміст білків та вуглеводів. [32].

Для виготовлення хлібобулочних виробів із заданими оздоровчими властивостями (збалансований вітамінний та мінеральний склад) використовують порошки із рослинної сировини, такої як кропива, морква, плоди шипшини.

В ОНАХТ розроблена технологія збагачення хлібобулочних виробів білковими ізолятами із сої, яка є джерелом амінокислот - лізину і треоніну, вітамінів В1 , В2 і РР. Білки сої мають гарну засвоюваність, яка перевищує засвоєння білків молока та м'яса.

Використання лікарської сировини дозволяє збагатити хліб вітамінами, органічними кислотами, алкалоїдами, ефірними маслами. Всі ці речовини мають природне, а не синтетичне походження і за своєю біохімічною природою мають корисний вплив на організм людини. Їх засвоюваність краща, з позитивною дією на організм без надлишкових побічних реакцій..

Використання пророслого зерна є одним із перспективних напрямків створення функціональних видів хліба, який буде мати підвищений вміст вітамінів, мінеральних речовин тощо.

Для підвищення харчової цінності хліба та надання йому про біотичних властивостей, розроблені технології хліба із використанням заквасок, середовищем для розвитку яких є борошно. Технологія ферментації висівок у заквасці дозволяє покращити технологічні властивості заквасок та за рахунок нагромадження речовин із про біотичними властивостями надавати готовому продукту (хлібу) про біотичних властивостей [33].

У Державному торговельно-економічному університеті розроблена технологія мікронізації зерна пшениці, льону та проса. Процес мікронізації ґрунтується на опроміненні зерна ІЧ променями з довжиною хвилі 2-6 мкм протягом 40-180 с. Під дією ІЧ променів проходить процес нагрівання зерна до температури 90-170 °С з паралельним збільшенням тиску в ньому водяної пари. Внаслідок чого в зерні проходить руйнування крохмалю, денатурація білка, тобто зміні піддаються фізичні і біохімічні властивості зерна. За рахунок таких змін підвищується його засвоюваність організмом людини. [33]. Дослідники використовували мікронізоване зерно в технології приготування булочних виробів. Готова продукція вирізнялася високими органолептичними якостями, підвищеною харчовою та біологічною цінністю. [34].

Для вирішення проблеми дефіциту харчових волокон науковцями доведене використання пшеничних висівок, які мають низьку калорійність, покращують роботу шлунково-кишкового тракту, їх білки більш повноцінні за амінокислотним складом, вони сприяють розвитку корисної мікрофлори кишківника, мають загальнозміцнюючі властивості. [35].

Додавання висівок дозволяє отримати виріб із підвищеною вологістю за рахунок здатності висівок поглинати та утримувати вологу. Висівки впливають на формування об'єму та пористості хліба. За рахунок зниження газоутворювальної і газоутримувальної здатності знижується підйомна сила тіста та погіршуються показники пружності та еластичності клейковинного каркасу. М'якушка виробу із висівками була більш гливкою, та менш розпушеною, із збільшенням вмісту висівок хліб менше деформувався [35].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Сировина, що застосовувалася у дослідженнях та схема досліджень

Під час проведення досліджень з теми кваліфікаційної роботи застосовували таку сировину:

- борошно пшеничне вищого сорту;
- дріжджі хлібопекарські сухі;
- сіль кухонну харчову,
- цукор;
- висівки пшеничні;
- ламінарії слані;
- олію рослинну соняшникову;
- воду.

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторіях кафедри харчових технологій, випікання дослідних зразків було зроблено в науково – дослідній лабораторії якості зерна ім. Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету. Загальна схема проведених досліджень представлена на рисунку 2.1.

Експериментальні дослідження проводилися у відповідність до поставлених завдань роботи. Об'єктами досліджень служили:

- борошно пшеничне вищого сорту;
- висівки пшеничні;
- хліб пшеничний вищого сорту вироблений згідно з рецептурами, які досліджувалися.



Рисунок 2.1 – Схема досліджень

2.2. Методи та методики визначення органолептичних показників якості

Виконання експериментальних досліджень передбачало дослідження якості висівок пшеничних за органолептичними показниками на відповідність їх вимогам ДСТУ 3016-95 «Висівки кормові пшеничні і житні. Технічні умови» []. Оцінювали висівки за показниками зовнішній вигляд, колір, запах відповідно до методик визначених і ГОСТ 27558 «Борошно та висівки. Методи визначання кольору, запаху, смаку та хрусту» [16]. Колір висівок пшеничних визначали візуально, наважку масою 10-15 г розсипали

рівномірно на скляну пластину, зверху накривали іншою пластиною для утворення гладкої поверхні. Для визначення запаху наважку висівок поміщали у скляну, заливали гарячою водою, що має температуру 60⁰С, ретельно перемішували, потім зливали воду і визначали запах. Смак оцінювали шляхом розжовування наважки продукту масою 1 г.

Органолептичні показники якості хліба оцінювали у відповідності до ДСТУ П 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови» [16].

Методи проведення визначення органолептичних показників якості досліджуваних зразків хліба визначені нормативним документом ДСТУ 9188:2022 «Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості» [10].

Під час лабораторного дослідження оцінювали якість хліба за такими показниками: зовнішній вигляд, який включає в себе оцінювання форми виробу, стану поверхні, кольору; стан м'якушки; смак і запах.

Під час оцінки зовнішнього вигляду звертали увагу стан поверхні, стан скоринки, її колір, можливість відшарування. Візуально визначали наявність сторонніх включень, хвороби та плісняву. Визначення проводили візуальним оглядом зразків.

При визначенні смаку і запаху відзначали смак та запах виробу, відмічали відчуття або присутність сторонніх запахів, смаків та ароматів. Визначення цих показників проводили сенсорними дослідженнями. Запах оцінювали шляхом вдихання повітря з поверхні цілого та розрізаного виробу смак оцінювали після розжовування хліба в ротовій порожнині. Оцінювання проводили із урахуванням відсутності сторонніх факторів, що можуть вплинути на результати оцінювання органолептичних показників дегустаторами.

Стан м'якушки визначали при денному світлі, оцінювали пропеченість, структуру пористості та еластичність, шляхом розглядання

досліджуваних зразків із використання денного світла або штучного освітлення.

Для більш точної оцінки органолептичних показників було проведене індивідуальне оцінювання якості хліба за органолептичними показниками дегустаційною комісією з використанням 5-ти бальної системи, що має п'ять рівнів якості:

- 5 – відмінна якість,
- 4 – добра якість,
- 3 – задовільна якість,
- 2 – незадовільна якість,
- 1 – погана якість

Також була розроблена шкала балової оцінки якості хліба (Додаток Б). Балова система досить проста у застосуванні та значно підвищує рівень вірогідності й об'єктивності отриманих результатів.

Таблиця 2.1 – Якість хліба згідно балової оцінки

Назва продукту	Середня оцінка в балах				
	Відмінна	Добра	Задовільна	Незадовільна	Погана
Хліб	5,0-4,6	4,5-3,6	3,5-2,6	2,5-1-6	Менше 1,5

Опрацювання результатів балової оцінки якості проводився шляхом розрахунку персонального балового оцінювання кожного дегустатора за формулою :

$$B_{по} = \frac{B_{ф} + B_{п} + B_{см} + B_{с} + B_{з}}{6}, \quad (2.1.)$$

де, $B_{по}$ – персональна оцінка якості дегустатора, бал;

$B_{ф}$ – бал оцінювання форми;

$B_{п}$ – бал оцінювання поверхні;

$B_{см}$ – бал оцінювання стану м'якушки;

$B_{с}$ – бал оцінювання смаку;

Бз – бал оцінювання запаху.

Після проведення підрахунку персональної оцінки дегустатора проводять розрахунок загального середнього оцінки якості виробів за формулою:

$$Бз = \frac{\Sigma Б_{по}}{n}, \quad (2.2)$$

Бз – загальна оцінка якості виробу, бал

Б по – персональна оцінка якості дегустатора, бал

n – кількість членів дегустаційної комісії.

2.3. Методи та методики визначення фізико-хімічних показників якості

Сировиною, яку передбачено замінити на рослинні інгредієнти підвищеної біологічної цінності, є основна сировина при виробництві хліба - борошно. Дослідженнями було передбачене використання борошна пшеничного вищого сорту. Придатність борошна для хлібопечення оцінюють за комплексом показним, до складу яких входить найважливіший для хлібопечення - вміст клейковини. Клейковину борошна оцінюють за показниками кількості та якості. Ці показники визначали відповідно до чинних нормативних документів ДСТУ ISO 6645 [15], ДСТУ ISO 21415-1[13], ДСТУ ISO 21415-2 [14]

Кількість сирої клейковини визначали методом відмиванням. Для цього готували тісто із борошна та води. Після його витримування в стані спокою не менше 20 хв його піддавали промиванню. Для промивання користувалися водою, яка має температуру 18 – 20 °С. Промивання вважалось закінченим, коли відмивна вода не забарвлювалася у білий колір.

Наступним етапом було її зважування на вагах та проведення відповідного розрахунку кількості клейковини :

$$K = \frac{M_{ск} \cdot 100}{M_б} \quad (2.3)$$

де K – вміст клейковини;

$M_{ск}$ – маса клейковини після відмивання, г

$M_б$ – кількість борошна для замісу тіста, г.

Для дослідження якості клейковини використовували повністю відмиту і зважену сиру клейковину. З неї формували шарик масою 4 грами та занурюють його на 15 хвилин у холодну воду температурою 18 ± 2 °С. після витримування у воді її доставали, просушували та визначали її розтяжність. Визначення еластичності ґрунтувалося на визначенні здатності повертати форму після стискання, пружність визначали на приладі ІДК.

Пшеничні висівки були сировиною, яка використовувалася для заміни борошна пшеничного вищого сорту. Для цієї сировини визначали такі фізико-хімічні показники як вологість, кислотність вологопоглинальна здатність. Визначення проводили відповідно для методик регламентованих нормативною документацією ГОСТ 9404 «Борошно та висівки. Метод визначання вологості», ГОСТ 27493 «Борошно та висівки. Метод визначання кислотності по бовтанці», водопоглинальну здатність визначали []

Для визначення кислотності висівок за бовтанкою наважку висівок масою 5 г засипають у суху конічну колбу і додають 100 мл дистильованої води та ретельно перемішують. В отриману бовтанку додають 5 крапель 3% розчину фенолфталеїну і титрують розчином NaOH концентрації 0,1 моль/дм³ до появи яскравого рожевого забарвлення. Таке забарвлення не повинно зникати протягом 20-30 хвилин після того, як колбу залишили у стані спокою. Розрахунки кислотності проводять за формулою:

$$K = \frac{100 \cdot V}{m \cdot 10}, \quad (2.5)$$

де V – об'єм 0,1 моль/дм³ розчину їдкого натрію або їдкого калію, см³

m – маса наважки висівок, г

Вологість висівок визначали із застосуванням методу висушування наважки масою 5г у сушильній шафі при температурі 130⁰С протягом 40 хвилин до постійної маси. До висушування та після висушування проводять зважування наважки разом із алюмінієвими бюксами. Після висушування бюкси охолоджують в ексікаторі протягом 20-ти хвилин. Розрахунки проводять за формулою:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \cdot 100, \quad (2.5)$$

де m_1 – маса наважки висівок до висушування, г

m_2 – маса наважки висівок після висушування, г.

Водопоглинальна здатність [11]

Наважку сировини масою 2 г заливали водою в кількості 20 мл, витримували для набухання протягом 40 хвилин. Після закінчення часу набухання утворену суспензію досліджували методом центрифугування.

Отримані результати вимірювань використовували для розрахунків за формулою:

$$\text{ВПЗ} = \frac{V_{\text{ос}}}{C_{\text{Рос}}} \cdot 100, \quad (2.6)$$

де $V_{\text{ос}}$ – маса осаду, г

$C_{\text{Рос}}$ – маса сухих речовин осаду, г

Масу сухих речовин визначали з використанням формули:

$$C_{\text{Рос}} = M_1 - M_2, \quad (2.7)$$

Де M_1 – маса сухих речовин в наважці, г

M_2 – маса сухих речовин а над осадовій рідині, г

В досліджуваних зразках хліба проводили визначення фізико-хімічних показників, таких як пористість, кислотність, вологість, вміст йоду.

Порядок проведення цих показників та методики в ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Зі зміною та поправкою» [11].

Пористість хліба [11]

Для визначення пористості використовували прилад - пробник Журавльова.(рис.2.2)



Рисунок 2.2 – Пробник Журавльова (визначення пористості хліба)

Проведення дослідження передбачає взяття 3-х циліндричних виїмок, за допомогою пробника Журавльова. Розрахунок пористості проводиться шляхом визначення відношення об'єму отриманих виїмок до їх маси. На початку розраховували об'єм циліндра вирізаної хлібної м'якушки. Для цього використовували формулу:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h, \quad (2.6)$$

де π - 3,14

D – внутрішній діаметр циліндра, см;

h – довжина хлібного м'якуша, см.

Після обчислення об'єму виїмок проводять їх зважування, та використовуючи результати попередніх розрахунків проведених за формулою 2.6., розраховують показник пористості за формулою:

$$P = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де V – загальний об'єм виїмок хліба, см³ ;

m – маса виїмок, г.

ρ – щільність безпористої маси м'якушки г/см³.

Відповідно до ДСТУ 4588:2006 показник пористості повинен бути не меншою ніж 63%.

Кислотність хліба [притульська]

Кислотність хліба виражається у градусах кислотності. Метод ґрунтується на використанні нейтралізації розчину їдкого натрію або калію (у присутності індикаторів) для нейтралізації водних витяжок кислот, які отримують із хліба. Процес нейтралізації кислот розчином лугу проводиться до моменту появи слабо-рожевого забарвлення розчину, яке не зникає протягом однієї хвилини після титрування. Визначений показник розраховували за формулою:

$$X = \frac{25 \cdot 50 \cdot 4 \cdot V}{250 \cdot 10}, \quad (2.8)$$

де V – об'єм 0,1 моль/дм³ розчину їдкого натрію або їдкого калію, см³

4 – коефіцієнт перерахунку на 100 г наважки;

25 – маса наважки хліба, що досліджується, г

250 – об'єм води, см³

50 – об'єм розчину, взятого на титрування, см³

Вологість хліба [11]

Вміст вологи у хлібі проводили арбітражним методом. Його сутність передбачає висушування наважки продукту масою 5 г до постійної маси при

заданій температурі 130 °С протягом 45хвилин у сушильній шафі з використанням алюмінієвих бюкс (рис. 2.3)



Рисунок 2.3 – Сушильна шафа та бюкси для визначення вологості хліба

Вологість (W) у відсотках розраховували за формулою:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100, \quad (2.9)$$

де m_1 – маса бюкси з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після висушування, г;

m – маса наважки виробу, г.

Вміст йоду [11]

Масову частку йоду проводять з використанням методу, що ґрунтується на титруванні йоду, який утворився при взаємодії йодату калію і йодиду калію. Титрування проводять 0,005 М $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, в присутності індикатору - крохмалю.

Визначення черствіння хліба [11]

Відповідно до методики описаної в [11], показник черствіння визначається крихкуватістю хліба та водопоглинальною здатністю м'якушки хліба.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення якості борошна та висівок пшеничних

Основною сировиною для виробництва хліба є борошно пшеничне. В процесі виробництва зерно пшениці піддається обробці та переробленню внаслідок яких проходить значна втрата поживних речовин, зокрема, білку, мінеральних речовин вітамінів, харчових волокон. Втрата цих поживних речовин вимагає від виробників розробляти рецептури таких видів хліба, в яких було б використано рослинну сировину підвищеної харчової цінності. [1, 2].

Одним із видів сировини, яка володіє кращими показниками по вмісту поживних речовин є пшеничні висівки про що свідчить порівняльна характеристика хімічного складу пшеничного борошна та пшеничних висівок, яка подана в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1– Характеристика хімічного складу борошна та висівок пшеничних []

Показники	Пшеничне борошно	Пшеничні висівки	Різниця +/-
Білки, г	10,8	15,6	+4,8
Жири, г	1,3	2,9	+1,6
Вуглеводи, г	69,9	16,6	- 53,3
у т.ч. харчові волокна	3,5	43,6	+40,1
Вітаміни			
В1, мг	0,17	0,75	+0,58
В2, мг	0,04	0,26	+0,22
В5, мг	0,3	2,2	+1,9
В6, мг	0,17	1,3	+1,13
В9, мг	27,1	-	-27,1
РР, мг	3	13,5	+10,5
Мінеральні речовини			
Калій, мг	122	1260	+1138
Кальцій, мг	18	150	+132

Продовження таблиці 3.1.

Магній, мг	16	448	+432
Натрій, мг	3	8	+5
Фосфор, мг	86	950	+864
Залізо, мг	1,2	14	+12,8
Мідь, мкг	100	-	-100
Цинк, мг	0,7	7	+6,3

Результати таблиці 3.1 свідчать про підвищений вміст в пшеничних висівках білків, харчових волокон, вітамінів групи В,РР, мінеральних речовин, що визначає цю сировину як продукцію підвищеної біологічної цінності.

В якості сировини рослинного походження підвищеної біологічної цінності було запропоноване використання висівок пшеничних, якими частково було замінено борошно пшеничне вищого сорту.

Вимоги до якості висівок пшеничних регулюється вимогами ДСТУ 3016-95 «Висівки кормові пшеничні і житні. Технічні умови». Відповідно до цих вимог висівки пшеничні за органолептичними показниками повинні мати характеристики показників представлених в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вимоги до якості органолептичних показників висівок пшеничних []

Назва показнику	Вимоги нормативної документації
Зовнішній вигляд	Сухий сипкий продукт без твердих грудочок
Колір	Червоно-жовтий з сіруватим відтінком
Запах	Властивий висівкам, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий

Отримували висівки пшеничні шляхом розмелювання зерна пшениці на лабораторному млині в науково – дослідній лабораторії якості зерна ім. Г. П. Жемели Полтавського державного аграрного університету. Дослідження якості проводили в лабораторії кафедри харчових технологій.

Після розмелювання зерна отримали висівки пшеничні представлені на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1– Висівки пшеничні отримані після розмелювання зерна

Оцінка якості висівок пшеничних на відповідність вимогам нормативної документації представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Оцінка якості висівок пшеничних за органолептичними показниками

Назва показнику	Характеристика по стандарту	Характеристика зразку	Відповідність вимогам
Зовнішній вигляд	Сухий сипкий продукт без твердих грудочок	Продукт сухий, має сипку консистенцію	+
Колір	Червоно-жовтий з сіруватим відтінком	Червонувато-жовтий з сірим	+
Запах	Властивий висівкам без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Приємний, зерновий, без сторонніх запахів	+

Результати оцінювання висівок пшеничних за органолептичними показниками представлені в табл. 3.2. дають змогу зробити висновок про повну відповідність отриманого зразка висівок пшеничних вимогам ДСТУ 3016-95. []

Також для висівок проводили визначення фізико-хімічних показників: масова частка вологи та кислотність. Показник кислотності не нормується нормативною документацією, але він є визначальним для хлібопечення, так як впливає на формування якісних показників готового виробу. Масова частка вологи відповідно до вимог ДСТУ 3016-95 повинна бути не більше 15%. Результати визначення представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники якості висівок пшеничних

Назва показнику	Вимоги нормативної документації	Характеристика зразку
Масова частка вологи, не більше, %	15	8,5
Кислотність, град	-	6,0

Аналогічні дослідження провели і для борошна пшеничного. Порівняльна оцінка фізико-хімічних показників: вологість, кислотність, водопоглинальна здатність борошна пшеничного вищого сорту і висівок пшеничних представлена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні показники якості борошна та висівок пшеничних

Назва показнику	Пшеничне борошно вищого сорту	Висівки пшеничні
Масова частка вологи, %	12,8	8,5
Кислотність, град	2,5	6,0
Водопоглинальна здатність, %	179,8	623,5

Для наглядності різницю у здатності поглинати вологу борошном та висівками пшеничними представлено на рис. 3.2.

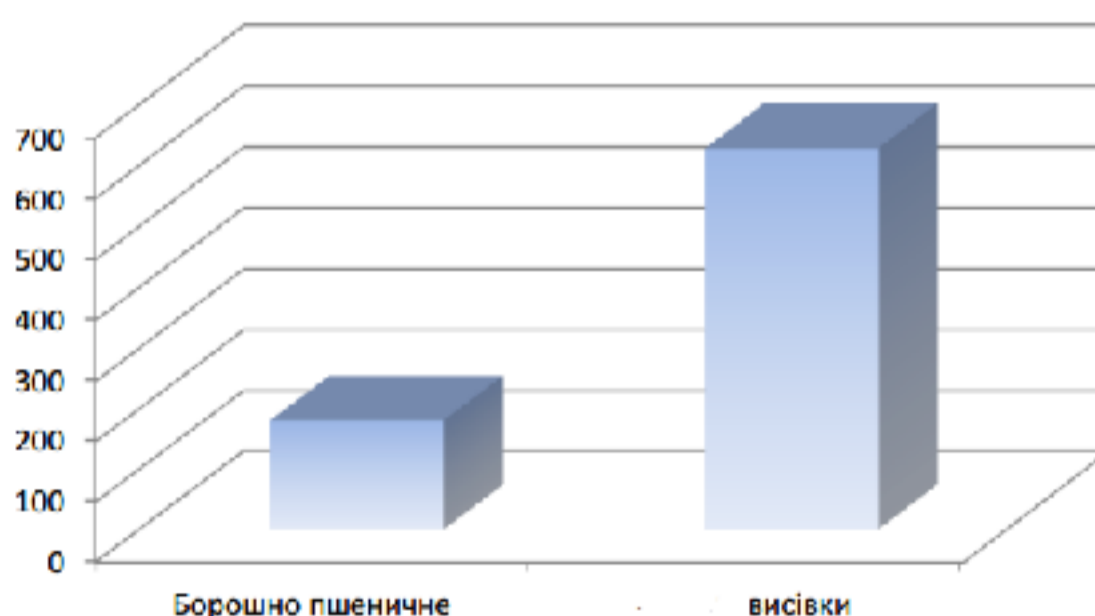


Рисунок 3.2 – Результати визначення водопоглинальної здатності борошна пшеничного вищого сорту та висівок пшеничних

Результати визначення свідчать, що висівки здатні поглинати вологу майже у 3,5 рази більше, ніж борошно. Цей показник визначає важливу роль при формування якості хліба за здатності його до зберігання.

Показником якості, який визначає хлібопекарські властивості борошна, є показник вмісту кількості клейковини в борошні та її якість. Зазвичай на кількість та якість клейковини впливають сортові особливості, умови вирощування та обробітку, ґрунти, удобрення, умови зберігання зернової культури. Для визначення цього показника було вибрано борошно пшеничне вищого сорту вітчизняних виробників.

Результати визначення кількості та якості клейковини в досліджуваних зразках борошна пшеничного вищого сорту представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення кількості та якості клейковини в зразках борошна пшеничного вищого сорту різних виробників

Клейковина	Норма по стандарту	Вміст	
		Зразок борошна 1	Зразок борошна 2
Кількість %, не менше	24	25,5	23,4
Якість, одиниці ВДК	33-52 (II група)	42,5	120

Отриманих результати дослідження кількості та якості клейковини свідчать про те, що по кількості клейковини - 25,5 % та по її якості - II група (задовільно міцна) зразку борошна 1 відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» до пшеничного борошна вищого сорту [4].

У зразку борошні 2 кількість та якість клейковини не відповідає вимогам нормативної документації, а по показнику якості це борошно відносить до показника борошна III групи, що визначається як незадовільно слабка. Тому за результатами досліджень для приготування дослідних зразків хліба та удосконалення технології хліба за рахунок використання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності було обране борошно вітчизняного виробника зразку 1.

3.2. Розробка рецептури та приготування хліба з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності

Для виготовлення дослідних зразків хліба використовували безопарний спосіб приготування тіста, який передбачає одночасне замішування всіх рецептурних компонентів. Рецептура, технологія приготування тіста та випікання хліба представленою в літературному джерелі [20]. Кількість рецептурних компонентів дозволяє отримати три буханці хліба масою 300 г.

Традиційна рецептура відповідно до якої готували контрольні зразки хліба представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Рецептура приготування контрольних зразків хліба пшеничного з борошна пшеничного вищого сорту [20].

Сировина	Кількість
Борошно пшеничне вищого сорту	300 г
Дріжджі сухі	6 г
Цукор	12 г
Сіль	4,5 г

Для удосконалення технології хліба пшеничного вищого сорту відповідно до результатів попередніх напрацювань авторів [] використовували ламінарії слані у кількості 5% від маси використаного борошна.



Рисунок 3.3– Фото ламінарії слані для удосконалення технології хліба

Висівки отримували під час розмелювання зерна, як побічний продукт технології отримання борошна за технологічною схемою представленою на рисунку 3.4.

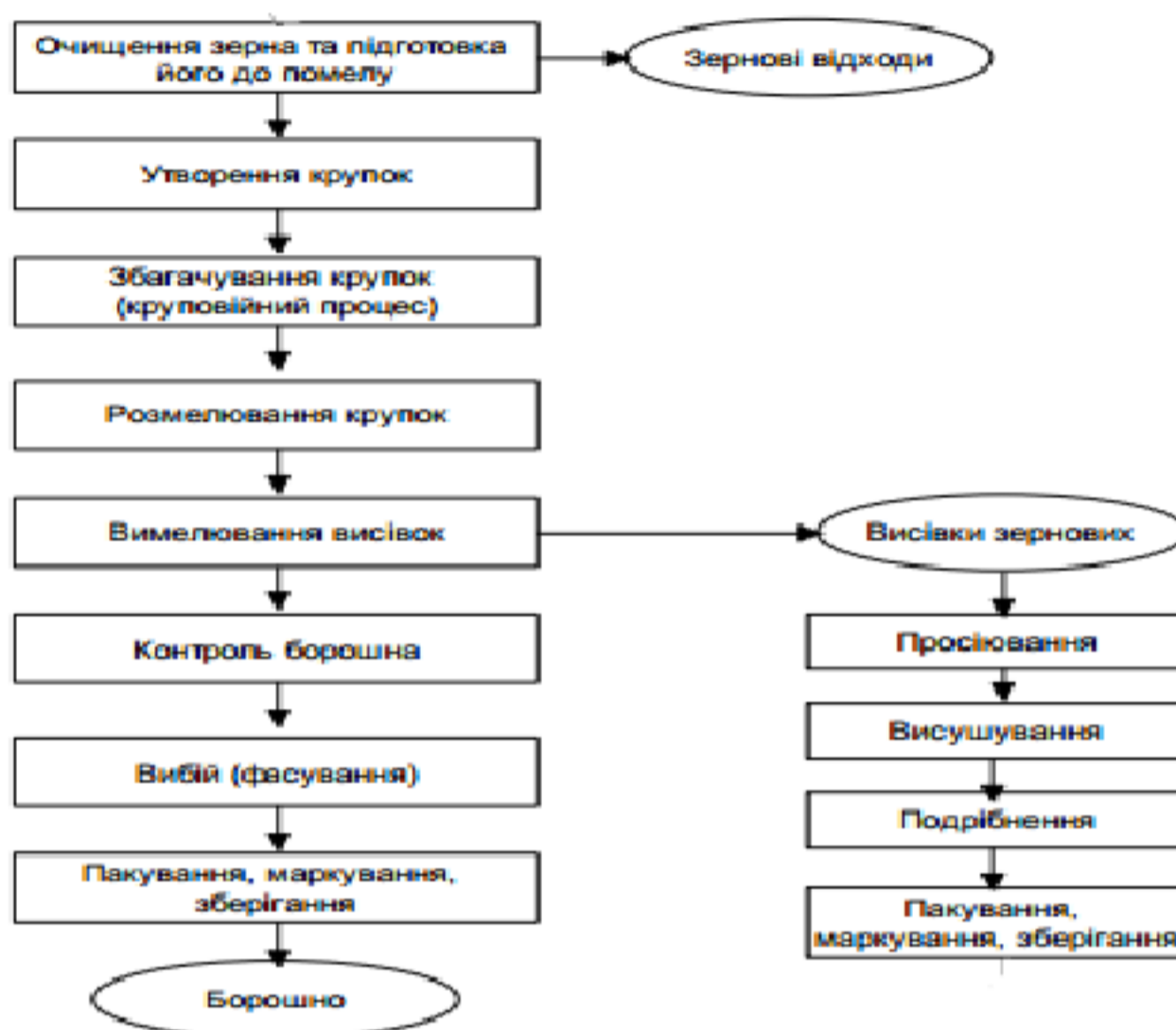


Рисунок 3.4 – Технологія отримання висівок при розмелюванні зерна

Нами запропоноване додаткове використання ще й висівок пшеничних у кількості 3%, 5% та 7% від маси борошна. Тобто дослідними зразками були наступні зразки: Хліб із борошна пшеничного вищого сорту (контроль); Хліб із борошна пшеничного вищого сорту з додаванням ламінарії 5% та висівок пшеничних 3%; Хліб із борошна пшеничного вищого сорту з додаванням ламінарії 5% та висівок пшеничних 5%; Хліб із борошна пшеничного вищого сорту з додаванням ламінарії 5% та висівок пшеничних 7%.

Принципова технологічна схема отримання дослідних зразків хліба з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності представлена на рис.3.5.

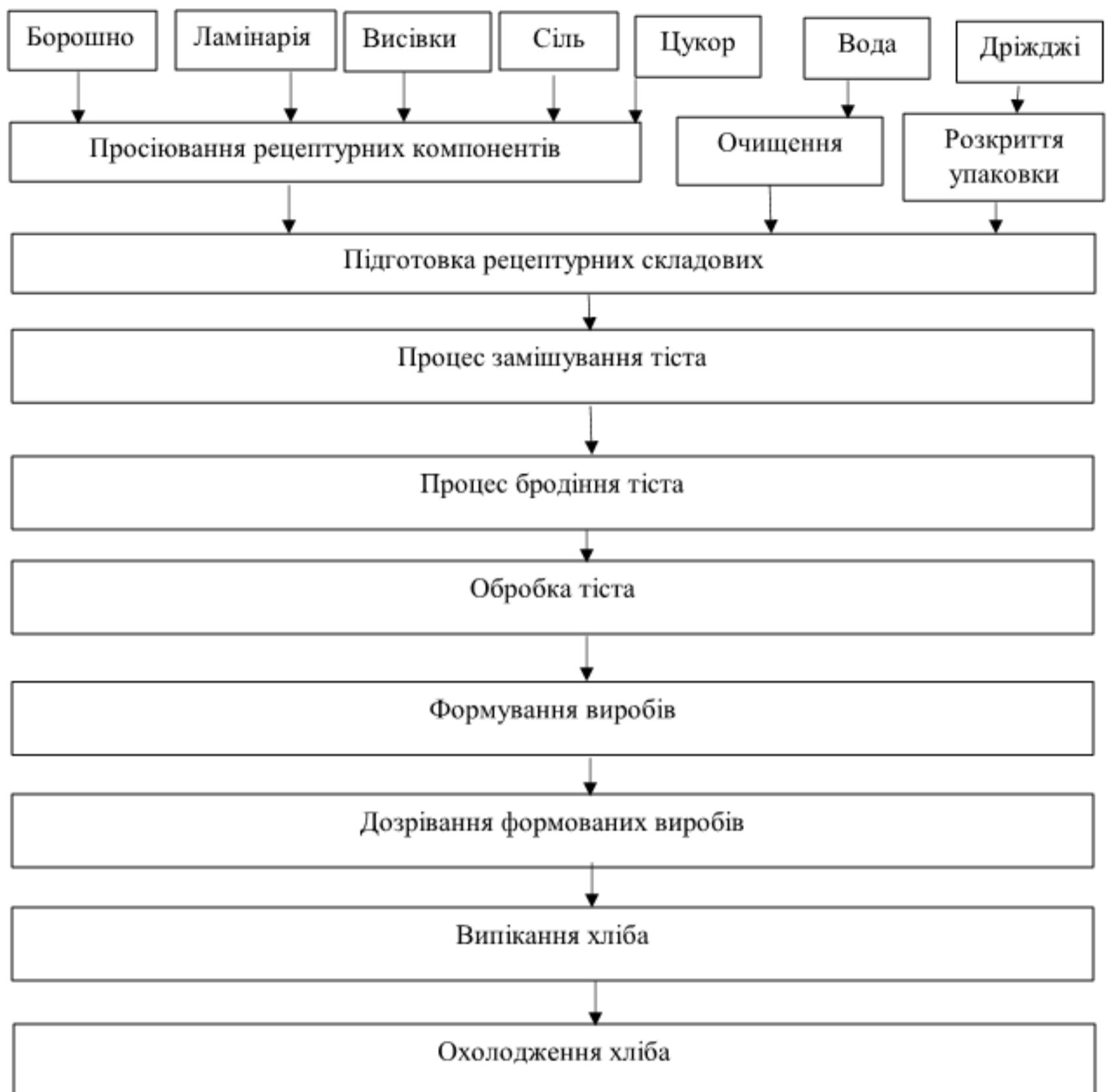


Рисунок 3.5 – Принципова технологічна схема виробництва хліба пшеничного із ламінарією та висівками

Для отримання хліба пшеничного підвищеної харчової цінності спочатку просіюють борошно, висівки, ламінарії слані (шматочки слані різної форми, які проходять крізь сито з отворами діаметром 3 мм), сіль та цукор, воду відфільтровують, дріжджі звільняють від упакування. З цукру,

води (75 мл) і солі готують соле-цукровий розчин, дріжджі розчиняють у теплом, не більше 36 °С 50% розчині цукру. Замішування тіста проводиться безпосередньо у мішалці фаринографа. До нього подають спочатку борошно, далі ламінарії слані, висівки, потім розчин дріжджів та соле-цукровий розчин. Потім з бюретки, що міститься на фаринографі, доливають решту води з такого розрахунку, щоб одержати тісто потрібної консистенції (в межах фаринографа 500-700 одиниць). При досягненні таких меж консистенції тісто вимішують протягом 2 хвилин. Після замішування тісто відправляється на бродіння, яке триває 120 хвилин і проходить в термостаті при температурі $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 75-80%.

Протягом бродіння тісто проходить обробку. Перша через 60 хв. після початку бродіння, друга через 30 хв. після першої обробки, третя після 30 хв. після другої обробки. Після третьої обробки формують шматки тіста, викладають у форми змащені олією та ставлять у термостат для дозрівання, яке триває до готовності садіння в піч. Готовність визначається двома способами. Перший – якщо після легкого надавлювання тіста пальцем, воно не відновлює своєї форми. Другий – спостерігається легке помокріння поверхні тіста. Тривалість дозрівання 60-90 хв. Випікання проводять у печі протягом 20-30 хв. при температурі $230 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Готовий виріб охолоджують.

3.3. Визначення якості досліджуваних зразків хліба за органолептичними показниками

Нормативною документацією на хліб регламентується проводити визначення якості хліба не раніше ніж через три години після закінчення випікання [10].

Результати визначення якості досліджуваних зразків хліба за органолептичними показниками представлені в таблицях 3.7 та 3.8. Оцінку якості контрольного зразку проводили на визначення його відповідності вимогам ДСТУ 7517:2014 [12]. Так як контрольний зразок – це хліб пшеничний із борошна вищого сорту, виготовлений за традиційною рецептурою.

Таблиця 3.7 – Дослідження якості хліба з борошна пшеничного вищого сорту за органолептичними показниками (контроль)

Назва показника	Характеристика	
	За стандартом	Зразку
Зовнішній вигляд	Відповідає формі, у якій проводили випікання, з дещо випуклою верхньою скоринкою, без бокових впливів.	Форма прямокутна, скоринка гарно випукла
Поверхня	Гладка або шорстка, без забруднення. З наколами, надрізами чи посипкою або без них, без великих тріщин і великих підривів. Відшарування скоринки від м'якушки не дозволено.	Хліб має чисту, гладку поверхню, без підривів. Відшарування скоринки відсутнє.
Колір	Від світло-жовтого до темно-коричневого, без підгорілості	Хліб світло-коричневого
Смак і запах	Власний цьому виду хліба, без стороннього присмаку і запаху	Приємний смак та аромат пшеничного хліба, відсутні сторонні присмаки та запахи

Результати дослідження контрольного зразку (табл. 3.7) свідчать про повну відповідність якості хліба за показниками зовнішній вигляд, поверхня, колір, смак і запах вимогам ДСТУ 7517:2014.

Дослідження зразків хліба, технологія яких удосконалена рослинною сировиною підвищеної біологічної цінності (ламінарія та висівки), проводили на відповідність встановленим вимогам ДСТУ 4588:2006 «Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання» (табл.3.8.)

Таблиця 3.8 – Дослідження якості хліба з борошна пшеничного вищого сорту за органолептичними показниками (з додаванням ламінарії та висівок)

Назва показника	Характеристика			
	За стандартом	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 7%
Зовнішній вигляд	Відповідає формі, в якій проводилось випікання, без бокових впливів	Хліб прямокутної форми, з випуклою скоринкою	Хліб прямокутної форми, з випуклою скоринкою	Хліб прямокутної форми, з частково випуклою скоринкою
Поверхня	Відповідає виду виробу, без забруднення	Чиста, з незначними підривами	Чиста, з незначними підривами	Чиста, із значними підривами
Колір	Від світло-жовтого до коричневого, без підгорілості	Світло - коричневий	Світло - коричневий	Темно-коричневий
Стан м'якушки	Пропечена, еластична, не волога на дотик, без слідів непромісу. Для виробів, збагачених харчовими волокнами, дозволено ущільненість	Пропечена, еластична, без слідів непромісу. На дотик не волога	Пропечена, еластична, без слідів непромісу. На дотик не волога, злегка ущільнена	Пропечена, еластична, без слідів непромісу, На дотик волога, значно ущільнена
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку і запаху	Злегка відчувається смак і запах йоду без сторонніх присмаків і запахів	Злегка відчувається смак і запах йоду без сторонніх присмаків і запахів	Злегка відчувається смак і запах йоду, відчутний смак висівок, без сторонніх присмаків і запахів

За результатами дослідження якості хліба, збагаченого рослинною сировиною підвищеної біологічної цінності (табл.3.8) , за органолептичними показниками можна зробити висновок, що ці зразки хліба мають відхилення від вимог стандарту по показнику стан поверхні , всі вони були з наявністю підривів. Хліб з додаванням ламінарії 5% та висівок 7% вирізнявся значними підривами, незначною випуклою скоринкою та темно-коричневим кольором. Стан м'якушки у зразках має гарну пропеченість, відсутні сліди непромісу, на дотик м'якушка еластична, не волога крім зразка із вмістом висівок 7%, вона значно ущільнена і кришеться.

Також була проведена балова оцінка досліджуваних зразків хліба. Для її проведення була створена дегустаційна комісія у складі 5-ти дегустаторів (методика оцінювання і розбаловка представлені в п. 2.2)

Дегустаційні листи представлені в **додатку В**, загальна середня балова оцінка в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Загальна середня оцінка досліджуваних зразків хліба (бал)

Назва зразку	Загальна середня оцінка, бал	Оцінка якості
Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	4,8	Хліб відмінної якості
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	4,6	Хліб відмінної якості
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%	4,6	Хліб відмінної якості
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 7%	4,0	Хліб доброї якості

Відповідно до таблиці 2.1 (п.2.2) зразок хліба (контроль) та зразки хліба із додаванням слані ламінарії у кількості 5% та висівок 3% та 5% відповідно оцінені дегустаторами як хліб відмінної якості.

Хліб із додаванням слані ламінарії у кількості 5% та висівок 7% мав добру якість дегустаторами була знижена кількість балів за такими

показниками: смак (відмічали недостатній солоний смак); зовнішній вигляд (досить приземистий хліб ущільнена крихка м'якушка) . Але по загальному оцінюванню зразок набрав кількість балів, що відповідає рівню якості - добрий.

Тому після випічки пробної партії було вирішено для дослідження фізико-хімічних показників залишити зразки хліба із вмістом ламінарії 5% та висівок пшеничних 3% та хліба із вмістом ламінарії 5% та висівок пшеничних 5%, так як кількість висівок 7% досить негативно вплинула на органолептичні показники якості дослідних зразків. А для споживача важливим показником, що впливає на вибір є той продукт, який має в першу чергу привабливий зовнішній вигляд .

3.4. Визначення якості досліджуваних зразків хліба за фізико-хімічними показниками

Визначення якості досліджуваних зразків хліба за фізико-хімічними показниками проводили відповідно до вимог нормативної документації та методик описаних в п. 2.3. кваліфікаційної роботи. Відповідно до описаних методик визначали показники : пористість, кислотність, вміст вологи, вміст йоду.

Пористість один із важливих показників, який характеризує пропеченість хліба, характеризує структуру його м'якуша та впливає на засвоюваність. За рахунок добре розвинених пор збільшується його засвоюваність організмом людини. Цей показник залежить від виду, сорту борошна та добавок, які можуть бути використанні в його рецептурі.

Розрахунок показнику пористість проводиться після проведення відбирання виімок хліба визначеного об'єму за допомогою приладу Журавльова та їх зважування. Методика визначення пористості передбачає

наявність по три виїмки кожного досліджуваного зразку хліба. Результати отримання виїмок представлені на рис. 3.6.



Рисунок 3.6 – Виїмки досліджуваних зразків хліба для визначення пористості (1– контроль; 2– вміст ламінарії 5% висівок 3%, 3 – вміст ламінарії 5% висівок 5%)

Як видно із рисунка 3.6. хліб пшеничний із борошна вищого сорту (контроль) характеризується наявністю рівномірно розвинених пор, без значних пустот, м'якуш після натискання легко відновлює свою форму, має еластичну структуру, гарно пропечений.

Зразки хліба із додавання рослинної сировини підвищеної біологічної цінності (2 та 3) характеризувалися також гарною пористістю та просоченістю, але зразок 3 мав більш ущільнену консистенцію ніж зразок 2,

Зведені результати розрахунку показника пористість представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Результати визначення пористості хліба

Назва зразку	Пористість, %	
	Вимоги ДСТУ	Характеристика зразку
Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	Не менше ніж 70%	81 %
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	Не менше ніж 63%	76 %
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%	Не менше ніж 63%	71%

Як видно із таблиці 3.10 всі зразки хліба по показнику пористості відповідали вимогам нормативної документації, але в зразках із ламінацією та висівками цей показник в порівнянні із контролем менший, так як із додаванням висівок зменшується газоутворювальна здатність тіста, а слані ламінарії під час замішування тіста поглинули вологу, яка потім при випіканні залишилася у хлібові, тобто її випаровування було уповільнене. За рахунок цього хліб залишався важчим, отже пористість менша.

Результати досліджень по визначенню масової частки вологи та кислотності представлені в таблицях. Проведені розрахунки по визначенню вологості і кислотності представлені в таблицях 3.11. та 3.12

Таблиця 3.11 – Результати визначення масової частки вологи хліба

Назва зразку	Масова частка вологи, %	
	Вимоги ДСТУ	Характеристика зразку
Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	Не більше ніж 46	44,6
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	39 – 48	46,3
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%	39 – 48	46,7

Результати визначення масової частки вологи свідчать про те, що із збільшенням внесення кількості висівок пшеничних, вона зростає, що можна пояснити збільшеною водопоглинальною здатністю висівок, при цьому вона знаходиться в межах норми і відповідає вимогам ДСТУ.

Кислотність всіх зразків була в межах норм визначених нормативними документами (табл.3.12)

Таблиця 3.12 – Кислотність досліджуваних зразків хліба

Назва зразку	Кислотність, град	
	Вимоги ДСТУ	Характеристика зразку
Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	Не більше 3,5	2,2
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	2,5 – 5,0	2,5
Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%	2,5 – 5,0	2,9

Ламінарії слані додавали як сировину, яка здатна збільшити вміст йоду в хлібові. Вміст йоду визначали методом титрування, його кількість у зразках становила 66,3 $\mu\text{кг}$ та 67,27 $\mu\text{кг}$. Тобто додавання ламінарії дозволило збагатити хліб йодом, а отримані зразки можна вважати хлібом функціонального призначення із йодом та поживними речовинами.

3.5. Визначення свіжості хліба при зберіганні

Споживання свіжого хліба характеризується його поганою засвоюваністю. Свіжоспечений хліб повільно просочується травними соками в організмі людини, такий хліб має хрустку, крихку скоринку.

При зберіганні хліба проходять ознаки втрати ним вологи, яка характеризує початок черствіння хліба. Такі ознаки здатні проявити себе вже через 10-12 годин зберігання. Хоча черствіння залежить не тільки від умов зберігання, цей процес також залежить від виду та сорту борошна, рецептури та технології, умов транспортування, реалізації та зберігання.

З біохімічної точки зору, черствіння – це процес, який обумовлений змінами структури високополімерних речовин м'якушки, які впливають на зміну структурно-механічних якостей готового виробу та його якість (скоринка розм'якшується та стає еластичною, м'якушка втрачає пружність, стає більш щільною, нееластичною). Внаслідок проходження певних процесів змінюється запах, смак та аромат хліба. З'являється специфічний запах черствого хліба. Вивченню процесу черствіння приділяється багато уваги науковців, деякими з них доведено, що цей процес пов'язаний із зміною в структурі крохмальних зерен та білку. Волога переходить із зв'язаного стану у вільний, переміщується із м'якушки до скоринки і інтенсивно випаровується [1]

Показник черствіння хліба характеризується показниками крихкуватість та водопоглинальна здатність м'якушки.

Таблиця 3.9 – Крихкуватість м'якушки досліджуваних зразків хліба, %

Час вимірювання	Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%
Через 4 години	6,5	5,6	6,1
Через 24 години	9,1	8,2	7,9
Через 48 годин	11,8	10,3	9,7

Результати таблиці 3.9 свідчать, що із додаванням ламінарії та висівок показник крихкуватості хліба зменшується порівняно із контрольним зразком. Причому із збільшенням кількості висівок цей показник зменшується.

Визначення кількості води (водопоглинальна здатність), яку поглинає м'якушка хліба, визначаємо так: беремо наважку хліба масою 3 г і протягом п'яти хвилин крапаємо на неї із піпетки 17мл води. При цьому подрібнена м'якушка повинна лежати на ситі для стікання надлишку вологи. Через 5 хвилин після намочування її знову зважують та проводять розрахунки. Результати визначення водо поглинальної здатності м'якушки представлені в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Водопоглинальна здатність м'якушки хліба, %

Час вимірювання	Хліб пшеничний з борошна вищого сорту (контроль)	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 3%	Хліба з додаванням слані ламінарії 5% та висівок 5%
Через 4 години	304,2	308,2	312,2
Через 24 години	294,3	305,7	307,9
Через 48 годин	279,4	299,8	304,9

Аналіз таблиці 3.10 свідчить що водопоглинальна здатність зразків хліба із додаванням ламінарії та висівок вища ніж в контрольному зразку. Це може свідчити про те, що і ламінарія і висівки збільшують водопоглинальну здатність м'якушки через свої особливості поглинати вологу. Така їх властивість дозволяє уповільнити процес черствіння хліба.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На основі проведення теоретичних та експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз літературних джерел свідчить про різнопланові напрацювання в питаннях підвищення харчової та біологічної цінності хліба за рахунок надання йому властивостей функціонального продукту оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення. Серед найпоширеніших сучасних напрямків підвищення харчової цінності хліба пшеничного можна виділити такі: біофортificaція зернових культур; збагачення сировини для хлібопекарської промисловості; використання функціональних компонентів в технологіях хлібобулочних виробів.

2. Проаналізовано наукові дані щодо впливу харчової клітковини на якість харчових продуктів, що визначає її перспективною складовою продуктів харчування підвищеної біологічної цінності

3. Пріоритетним завданням фахівців хлібопекарської галузі є удосконалення технології хліба за рахунок впровадження у виробництво впровадження у виробництво нових технологій з використанням рослинної сировини підвищеної біологічної цінності.

4. В якості сировини рослинного походження підвищеної біологічної цінності в технології хліба було запропоноване використання висівок пшеничних, за рахунок підвищеного вмісту в них білків, харчових волокон, вітамінів групи В,РР, мінеральних речовин.

5. Експериментальним методом обґрунтоване використання висівок в технології хліба пшеничного, з додаванням їх на стадії замішування тіста в кількості 5% від маси борошна, з паралельним додаванням ламінарії слані - 5%.

6. Використання висівок підтверджене результатами експериментальних досліджень зразків хліба з визначенням їх органолептичних та фізико-хімічних показників якості.

7. Пористість досліджуваних зразків відповідає вимогам нормативної документації, але в зразках із ламінарією та висівками цей показник в порівнянні із контролем менший, так як із додаванням висівок зменшується газоутворювальна здатність тіста, а слані ламінарії під час замішування тіста поглинули вологу, яка потім при випіканні залишилася у хлібові, тобто її випаровування було уповільнене. За рахунок цього хліб залишався важчим, отже пористість менша.

8. Кислотність всіх зразків була в межах норм визначених нормативними документами. Результати визначення масової частки вологи свідчать про те, що із збільшенням внесення кількості висівок пшеничних, вона зростає, що можна пояснити збільшеною водопоглинальною здатністю висівок, при цьому вона знаходиться в межах норми і відповідає вимогам ДСТУ.

9. Додавання ламінарії дозволило збагатити хліб йодом, його кількість у зразках становила 66,37 мкг та 67,27 мкг.

10. Додавання ламінарії слані та висівок позитивно впливає на показник свіжості хліба при зберіганні, тобто його черствіння уповільнюється, за рахунок зниження крихкватості та збільшенню водопоглинальної здатності м'якушки.

Зроблені висновки дозволяють внести таку пропозицію:

1. Впроваджувати у виробництво технологію хліба збагаченого висівками та ламінарією з метою отримання готового виробу збагаченого йодом, клітковиною, вітамінами та мінеральними речовинами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бишовець Л. Г. Інноваційні напрямки застосування пектиновмісної сировини в оздоровчому харчуванні. Інноваційні напрями розвитку харчових технологій: колективна монографія; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2020. С. 128–132.
2. Валух М., Шинкарук М. Дослідження застосування нетрадиційної рослинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів. *Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві. Мат. IV міжн. наук. практ. конф.* Національний університет харчових технологій. Київ. 2020. С. 26–31
3. Виробництво промислової продукції за видами URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/pr/vr_rea_ovpp/vr_rea_ovpp_u/a/rh_vppv_u.html (дата звернення 15.10.2022)
4. ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [Чинний від 1999-08-15]. Київ, 2009. 13 с. (Інформація та документація).
5. Гуменюк О.Л., Ксенюк М.П., Козлов, М.В. Реологічні властивості напівфабрикатів з добавкою конопляного шроту для приготування хліба білого. *Комплексное обеспечение качества технологических процессов и систем.* 2018, с. 23–25
6. Дзюндзя О.В., Басаласв Р.О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів на основі мультизернового борошна та порошоків з буряка
7. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. Київ.: «Урожай», 1988. 204с.
8. Дробот В.І., Михонік Л.А., Грищенко А.М. Вплив структуроутворювачів на якість безглютенового хліба із суміші рисового та кукурудзяного борошна. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 23, № 6, 2017, 169–175.

9. Дробот В.І., Приходько Ю.С., Бережна Г. О. Борошно сорго у технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 25, № 1, 2019. С. 208–214.
10. ДСТУ 7044:2009 «Вироби хлібобулочні. Правила приймання, методи відбирання проб, методи визначення органолептичних показників і маси виробів» [Чинний від 2010-01-01]. Київ, Держспоживстандарт, 2010. 9 с. (Інформація та документація).
11. ДСТУ 7045:2009 Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників. Зі зміною та поправкою [Чинний від 2010-11-01]. Київ, 2009. 37 с. (Інформація та документація).
12. ДСТУ 7517:2014 Хліб із пшеничного борошна. Загальні технічні умови [Чинний від 2015-02-01]. Київ, 2014. 14 с. (Інформація та документація).
13. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT) [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2008. 12 с. (Інформація та документація).
14. ДСТУ ISO 21415-2:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначання сирої клейковини механічним способом (ISO 21415-2:2006, IDT) [Чинний від 2011-07-01]. Київ, 2009. 12 с. (Інформація та документація).
15. ДСТУ ISO 6645:2004 Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини [Чинний від 2006-04-01]. Київ, 2008. 9 с. (Інформація та документація).
16. ДСТУ П 4588:2006 Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови [Чинний від 2008-07-01]. Київ, 2008. 28 с. (Інформація та документація).
17. Дубініна А., Ленерт С., Попова, Т. Використання пшона у виробництві хліба оздоровчого призначення. *Food Science and Technology*, 10(4). <https://doi.org/10.15673/fst.v10i4.249>

18. Дубініна А., Попова, Т., Ленерт, С., Холодна, А. Розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном *Молодий вчений*, 1 (65), 189-192. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-42>
19. Дудяк І.В., Кислянка Н.П. Використання знежиреного обліпихового шроту для підвищення харчової цінності хліба. *Харчові технології переробки і зберігання плодоовочевої продукції : матеріали міжнародної наук.-практ. конф.* 18–20 березня 2020 р. Миколаїв : МНАУ, 2020. С. 158–159.
20. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Маренич М.М., Олексюк О.М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва Дніпропетровськ, 2005. 248 с.
21. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення: монографія. Частина 1 / За ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Харків.: Харківський державний університет харчування і торгівлі, 2017. 940 с.
22. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. Монографія Одеса: Друк, 2003. 312с
23. Концепція поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення / Кабінет Міністрів України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/332-2004-%D1%80#Text> (дата звернення 15.10.2022)
24. Корж Т.В. Разработка технологии производства хлеба с использованием бурых водорослей и продуктов их переработки: Дисс. канд. техн.наук.05.18.01.Киев:УДУХТ, 2006.170с.
25. Корзун В.Н. Харчові продукти з водоростями як засіб мінімізації дії радіації та ендемії / В.Н. Корзун, В.І. Сагло, А.М. Парац, А.А. Чумак */Проблеми харчування.* 2004. № 2. С. 29-34.
26. Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Перспективи використання амілолітичних ферментів у технології рисового хліба для хворих на целиакію. *Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-*

- технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*, № 3, 2017. С. 154–154.
27. Миколенко С.Ю., Царук Л.Ю., Чурсінов Ю.О. Вплив продуктів переробки амаранту і чіа на якість хліба. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія. : Нові рішення в сучасних технологіях*: зб. наук. пр. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. № 5 (1330). С. 145–151.
28. Михонік Л.А., Грищенко А.М. Використання шроту з насіння розторопші в технології хліба з пшеничного цільнозернового борошна *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 3 (211) С. 40–43.
29. Новікова Н.В., Драга А.Ю. Проблеми та перспективи використання пряно-ароматичної сировини в технологіях хлібобулочних виробів. *Молодіжна наукова ліга*. 2020. № 2. С. 26–27.
30. Пахомська О. В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 2019, 25, № 2: 276-283.
31. Петрюк О., Іжевська О. Цикорій–цінна сировина для збагачення хлібобулочних виробів функціональними інгредієнтами. *Сучасні тенденції розвитку індустрії гостинності*. 2020, с. 174–175.
32. Рентабельність близько нуля, але українці будуть із хлібом. Як працює хлібопекарська галузь в умовах війни *Агропортал*: веб сайт URL: <https://agroportal.ua/publishing/intervyu/rentabelnist-blizko-nulya-ale-ukrajinci-budut-iz-hlibom-yak-pracyuye-hlibopekarska-galuz-v-umovah-viyuni> (дата звернення 15.10.2022)
33. Спосіб виробництва хліба «Новинка». Пат. 129112 Україна МПК А21D 8/00. № u201803082; заявл. 26.03.2018; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.
34. Статистичний щорічник України / Державна служба статистики України URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/11/Yearbook_2021.pdf

35. Степанькова Г.В., Олійник С.Г., Шидакова-Каменюка О.Г. Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, № 25, 1, 2019. С. 233–242.
36. Христенко А.С. Хлібобулочні вироби з пониженим вмістом алергенів. *Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ*. Вінниця: Редакційно-видавничий. 2020. Вип. 98, с. 137–145.
37. Чорний В.М. Вплив шротів насіння і горіхів на перебіг процесів приготування тіста для житнього хліба. *Збірник тез X Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» 2017*, № 1, с. 225–226.
38. Шаран Л.О. Обґрунтування та розробка раціональної технології йодування хлібобулочних виробів: Дис... канд. техн. наук: 05.18.01. - Київ: НУХТ, 2006. 176 с.
39. Capitani M.I., Spotorno V., Nolasco S.M., Tomás M.C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*. 2012. Vol. 45. № 1. P. 94–102.
40. Gallagher, E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products / E. Gallagher, T. R. Gormley, E. K. Arendt // *Trends in Food Science & Technology*. – 2003. – Vol. 15. – 143–152 p. - doi: 10.12691/ijcd2-1-4.
41. López-Nicolás, R. Folate fortification of white and whole-grain bread by adding Swiss chard and spinach. Acceptability by consumers / R. LópezNicolás, C. Frontela-Saseta, R. González-Abellán, A. Barado-Piqueras, D. PerezConesa, G. Ros-Berruezo // *LWT - Food Science and Technology*. – 2014. – V.59, Issue1. – P.263-269. – doi: 10.1016/ j.lwt.2014.05.007.

- 42.S. Hooda, S. Jood. Effect of fenugreek flour blending on physical, organoleptic and chemical characteristics of wheat bread. *Nutrition and Food Science*; Bradford. 2005. Vol. 35. № 3-4. P. 229-242.
- 43.Sanz-Penella J. M., Wronkowska M., Soral-Smietana M. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT – Food Science and Technology*. 2013. Vol. 50. № 2. P. 679–685.
- 44.Shahat Mohamed S., Hussein Ahmed S., Hady Essam A. Preparation of Bread Supplemented with Milk Thistle Flour and its Effect on Acute Hepatic Damage Caused by Carbon Tetrachloride in Rats. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 2016. Vol. 6. Issue 3. P. 531–540.
- 45.Ukrainets A. A study of the effect of enriched whey powder on the quality of a specialpurpose bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 2, Issue 11 (80). 2016. P. 32–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65778>.
46. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник. Київ: Кондор Видавництво, 2015. 972 с
- 47.Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв / В.І. Дробот, Л.Ю.Арсеньєва, О.А. Білик, В.Ф. Доценко, Н.І. Савчук та ін.; за ред. В.І. Дробот. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. –341 с