**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

# П о я с н ю в а л ь н а  з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

# Вплив борошна бобових культур на якісні показники пшеничного хліба

**Виконала**: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

___ Анастасія ВЕРЕТЕЛЬНИК

**Керівник**: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

**Рецензент: _____**

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«12» листопада 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Веретельник Анастасії Сергіївні

1. Тема роботи: «Вплив борошна бобових культур на якісні показники пшеничного хліба».
Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва хлібопекарних виробів функціонального призначення. 3 Нормативно-технологічна документація. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об’єкти та методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Дослідження можливостей використання добавок з люпинового борошна при виробництві пшеничного хліба. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Дослідна частина. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Посада, прізвище та ім'я консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 – 4 | доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина | 12.11.2024 | 13.12.2024 |
| 5 | доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина | 12.11.2024 | 13.12.2024 |
| 6 | доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина | 12.11.2024 | 13.12.2024 |

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | Вступ | 12.11-13.11.24 | виконано |
| 2 | Аналітичний огляд | 14.11-18.11.24 | виконано |
| 3 | Об'єкти та методи досліджень | 19.11-20.11.24 | виконано |
| 4 | Дослідна частина | 20.11-29.11.24 | виконано |
| 5 | Дослідження можливостей використання добавок з люпинового борошна при виробництві пшеничного хліба | 02.12-03.12.24 | виконано |
| 6 | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 04.12-05.12.24 | виконано |
| 7 | Організаційно-економічна частина | 06.12-09.12.24 | виконано |
| 8 | Загальні висновки та список джерел посилання | 10.12-11.12.24 | виконано |
| 9 | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу | 12.12.2024 | виконано |

**Здобувач вищої освіти** _____ Анастасія ВЕРЕТЕЛЬНИК
( підпис )

**Керівник роботи** _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА
( підпис )

# РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 66 сторінок друкованого тексту, 6 рисунків та ілюстрацій, 13 таблиць та використано 35 літературних джерела посилання.

Метою роботи є вивчення впливу борошна бобових культур на формування якості пшеничного хліба.

Об’єкт дослідження – процес виробництва пшеничного хліба збагаченого люпиновим борошном.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників готових виробів пшеничного хліба від кількості введеного збагачувача.

Хлібобулочні вироби займають важливе місце в раціоні населення країни. Одним із ключових завдань хлібопекарської галузі є розширення асортименту цієї продукції за рахунок створення нових видів, використовуючи як традиційну, так і нетрадиційну сировину.

Сучасні наукові дослідження пропонують обґрунтовані підходи до створення хлібобулочних виробів із покращеними якісними характеристиками. Завдяки збалансованості складу та впровадженню до рецептури нетрадиційної рослинної сировини, можливо досягти підвищення їхньої харчової та біологічної цінності. Використання натуральних рослинних компонентів не тільки сприяє поліпшенню якості та розширенню асортименту, але й дозволяє ефективно використовувати природні ресурси.

*Ключові слова:* БОБОВІ КУЛЬТУРИ, БОРОШНО, ЛЮПИН, ПШЕНИЦЯ, ЯКІСТЬ, ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ, ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ, АСОРТИМЕНТ, СИРОВИНА.

ЗМІСТ

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 9
1.1 Хліб та його харчова цінність 9
1.2 Бобові та їх технологічна цінність 11
1.3 Застосування насіння бобових культур і продуктів їх переробки для покращення якості та підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів 14
Висновки за розділом 18
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20
2.1 Об'єкти досліджень 20
2.2 Методи дослідження 23
2.2.1 Методи дослідження тіста 23
2.2.2 Методи дослідження готових виробів 24
Висновки за розділом 26
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА 27
3.1 Дослідження хімічного складу борошна, отриманого з насіння бобових 27
3.1.1 Вміст білків та амінокислотний склад борошна з бобових культур 27
3.1.2 Вміст вуглеводів у борошні з насіння бобових культур 29
3.1.3 Мінеральний склад борошна бобових 30
3.1.4 Вітаміни у борошні бобових 32
Висновки за розділом 33
4 ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВОК З ЛЮПИНОВОГО БОРОШНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА 34
4.1 Дослідження впливу добавок люпинового борошна на властивості пшеничного борошна та пшеничного тіста 34
4.2 Товарознавча характеристика пшеничного хліба, приготовленого з добавками люпинового борошна 38
4.3 Фізико-хімічні показники якості пшеничного хліба 42
4.4 Зміна якості пшеничного хліба у процесі зберігання 45
4.5 Харчова цінність пшеничного хліба 48

Висновки за розділом 58
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 52
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна 52
5.2 Шляхи утилізації відходів хлібобулочних виробництв 53
Висновки за розділом 55
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 56
6.1 Організація проведення дослідження 56
6.2 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження 57
6.3 Розрахунок вартості дослідження 60
Висновки за розділом 60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 61
БІБЛІОГРАФІЯ 63

# ВСТУП

У різних регіонах нашої країни спостерігається значне зниження споживання населенням біологічно цінних харчових продуктів, зокрема недостатнє надходження вітамінів групи В і низки мінеральних речовин. Особливо гостро стоїть проблема дефіциту повноцінного білка, який у деяких випадках становить 15 – 20% від рекомендованої норми. Забезпечення організму всіма необхідними поживними речовинами є ключовою умовою для збереження здоров'я, працездатності та активного довголіття людини.

Хлібобулочні вироби відіграють важливу роль у раціоні населення. Розширення їх асортименту шляхом створення нових сортів із використанням як традиційної, так і нетрадиційної сировини залишається одним із головних завдань хлібопекарської галузі.

Сучасні наукові дослідження пропонують обґрунтовані підходи до створення хлібобулочних виробів покращеної якості, харчова та біологічна цінність яких може бути значно підвищена завдяки збалансованому складу. Це досягається шляхом включення до рецептури додаткових видів нетрадиційної рослинної сировини. Використання такої сировини сприяє не лише підвищенню якості та харчової цінності продукції, але й розширенню її асортименту та раціональному використанню місцевих ресурсів.

Пошук нових видів рослинної сировини з багатим хімічним складом є надзвичайно актуальним завданням. Її структурні компоненти не лише стимулюють біотехнологічні процеси у хлібопекарському виробництві та оптимізують використання традиційної сировини, але й суттєво покращують харчову та біологічну цінність готових виробів.

Соєві боби та їхні похідні вважають за краще використовувати на світовому ринку як добавки, що покращують якість і поживну цінність продуктів, проте виробництво соєвих бобів дуже обмежене і не завжди економічно доцільне. Насіння бобових, таких як горох, квасоля, сочевиця та люпин, а також одержувані з них добавки можна використовувати як збагачувачі білка в харчових продуктах,

включно з хлібобулочними виробами.

Мета роботи полягає у дослідженні впливу борошна бобових культур на формування якості пшеничного хліба.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

- оцінити якість насіння бобових культур та проаналізувати хімічний склад люпинового борошна;

- дослідити вплив додавання борошна бобових культур на якісні характеристики пшеничного тіста та вподобання споживачів щодо готового хліба;

- здійснити розрахунок кошторису витрат, необхідних для проведення досліджень.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виробництва пшеничного хліба, збагаченого люпиновим борошном.

Предмет дослідження – особливості змін основних органолептичних і фізико-хімічних властивостей пшеничного хліба залежно від кількості доданої добавки.

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

## 1.1 Хліб та його харчова цінність

Харчова цінність хліба та хлібобулочних виробів значною мірою залежить від виду та сорту борошна, використаних рецептурних добавок і вологості готової продукції [2].

Основну частину хліба становлять вуглеводи, які складають близько 80% сухої речовини. Вуглеводи в хлібобулочних виробах поділяються на засвоювані та незасвоювані. До засвоюваних належать глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза, крохмаль і декстрини, які перетравлюються, всмоктуються та метаболізуються в організмі. Їхній вміст у хлібі становить від 44% до 56%, причому у здобних і покращених виробах рівень вуглеводів є вищим [10].

Незасвоювані вуглеводи, зокрема рафінозні олігосахариди та неальфаглюканові полісахариди (наприклад, клітковина), не розщеплюються ферментами травного тракту. Вміст клітковини у хлібобулочних виробах варіюється від 0,1 % до 1,2 %, причому найбільший її вміст спостерігається у виробах із борошна нижчих сортів. Однак із зростанням споживання рафінованих продуктів, включаючи вироби із сортового борошна, питання збагачення хлібобулочних виробів клітковиною стає дедалі актуальнішим. Недостатня кількість харчових волокон у раціоні може призводити до розвитку різноманітних захворювань.

Біологічна цінність хліба оцінюється дещо по-іншому, з акцентом на такі ключові показники, як вміст і якість білків, жирів, а також кількість вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних компонентів, що містяться у виробах [10, 11].

Вміст білків у хлібобулочних виробах варіюється від 5,9 % до 8,56 %, причому у хлібі з пшеничного борошна він вищий, ніж у виробах із житнього борошна.

Хлібобулочні вироби задовольняють потребу організму в білках загалом на

3 – 8 %, тоді як потребу в рослинних білках — на 85,5 %.

Вітамінна цінність хлібобулочних виробів значною мірою залежить від їхнього рецептурного складу, зокрема від сорту борошна. Джерелом вітамінів у хлібі також є хлібопекарські дріжджі. Під час приготування хліба частина вітамінів втрачається, а величина цих втрат визначається такими факторами, як температура, тривалість випікання, вологість продукту тощо.

Вміст основних вітамінів у хлібобулочних виробах становить: вітамін Е – 1,6 – 4,0 мг/100 г, тіамін – 0,11 – 0,27 мг/100 г, рибофлавін – 0,03 – 0,1 мг/100 г, піридоксин – 0,1 – 0,3 мг/100 г, біотин – 1,6 – 4,8 мкг/100 г, ніацин – 0,67 – 4,0 мг/100 г, холін – 37,8 – 61 мг/100 г, фолацин – 22,5 – 31 мкг/100 г. Хлібобулочні вироби забезпечують близько третини добової потреби у вітамінах $B_6$ і холіні.

Водночас більшість хлібобулочних виробів містять недостатню кількість вітамінів А, С, $B_2$, $B_3$, $B_{12}$ та холіну, що робить збагачення продукції вітамінами актуальним завданням [16].

Мінеральні речовини є важливим компонентом обміну речовин. Їхній вміст у хлібобулочних виробах залежить від сорту борошна: чим вищий сорт, тим менше мінеральних речовин. Загальна кількість золи в таких виробах становить від 1,21 % до 2,55 %. Хліб забезпечує майже повну потребу людини в залізі та значну частку марганцю і фосфору. Однак мінеральний склад хліба має недоліки, зокрема низький вміст кальцію (20 – 41 мг/100 г) і несприятливе співвідношення кальцію з фосфором і магнієм. Крім того, у хлібобулочних виробах недостатньо калію, хрому, кобальту, йоду та інших мінералів [10, 14].

Вміст жирів у хлібі коливається від 0,8 % до 2,0 %. Покращені сорти хліба, булочні та здобні вироби містять більше жирів. Хліб задовольняє приблизно 38 % добової потреби організму у рослинних жирах і 25 % у фосфоліпідах [10, 15].

Ці дані свідчать про необхідність підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів, зокрема збільшення вмісту основних поживних речовин і їхнього балансу, особливо у продукції з пшеничного борошна вищого сорту.

Для покращення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів доцільно зменшити вміст засвоюваних вуглеводів і підвищити концентрацію

білків, мінеральних речовин, вітамінів і харчових волокон шляхом додавання натуральних компонентів, не передбачених традиційною рецептурою.

Науковці вважають, що хлібобулочні вироби є простим, зручним та популярним продуктом для збагачення корисними добавками, що сприяють покращенню здоров'я людини [2].

## 1.2 Бобові та їх технологічна цінність

Технологічна цінність сировини визначається її хімічним складом та технологічними властивостями.

Серед бобових культур переважно вирощують горох і люпин, а на менших площах – квасолю, сочевицю, боби та сою. Це зумовило необхідність узагальнення літературних даних про хімічний склад і харчову цінність насіння бобових культур, що значною мірою залежать від району їх проростання.

У наукових джерелах наведено численні відомості про хімічний склад насіння бобових культур. Цей склад визначає їх основні споживчі властивості, технологічні переваги, а також харчову цінність і калорійність. Насіння бобових є цінними джерелами білка, перевершуючи злакові культури за цим показником у 2 – 2,5 рази. Формування їхнього хімічного складу залежить від ґрунтово-кліматичних умов, сортових характеристик культур та застосованих агротехнічних заходів [4, 5].

Таблиця 1.1 містить дані з літературних джерел про хімічний склад таких бобових культур, як горох, боби, квасоля, сочевиця, соя та люпин. Більшість бобових (за винятком сої та люпину) мають подібний хімічний склад. Загальний вміст білка в цих культурах варіюється від 17 % до 50 %, причому найвищий вміст білка характерний для сої (50,0 %) та люпину (43,2 %).

Білки насіння бобових культур є багатими на незамінні амінокислоти, такі як лізин і треонін, хоча вони містять обмежену кількість сірковмісних амінокислот – метіоніну і цистину. Амінокислотний профіль білків коливається: у квасолі він становить 59 %, а в горосі – 64 %. Вміст незамінних амінокислот у білках бобових

знаходиться в межах 7615 – 8530 мг/100 г. Зокрема, частка лізину складає 1550 – 1720 мг (для порівняння, у зерні злакових – 340 – 410 мг), треоніну – 840 – 960 мг (у злакових – 300 – 390 мг), а триптофану – 220 – 260 мг (у злакових – 130 – 150 мг).

Вуглеводи у бобових представлені крохмалем, цукрами та некрохмальними полісахаридами. Вміст крохмалю варіюється від 2,1 % у сої до 61 % у квасолі та сочевиці. Цукри становлять у середньому 2,1 – 6,5 %, але у сої їхня частка досягає 15,6 %.

Частка некрохмальних полісахаридів (клітковини, геміцелюлоз і пектинів) у бобових перевищує показники злаків і становить 2,8 – 6,7 %, із часткою пектинів і геміцелюлоз – у середньому 6 – 18 %.

Вміст ліпідів у бобових культурах, як правило, невеликий і складає від 0,5 % до 7,2 %. Винятком є люпин та соя, у яких частка ліпідів становить 21,5 % і 26,0 % відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад насіння деяких бобових культур на 100 г

| Культура | Вміст % на суху речовину: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Білків | Вуглеводів: | | | | Ліпідів | Золи |
| | | Крохмалю | Цукрів | Некрохмальних | | | |
| | | | | Целюлоз | Геміцелюлоз, пектинів | | |
| Горох | 20,4 – 35,7 | 44,3 – 54,2 | 3,2 – 6,2 | 4,2 – 6,7 | 8,0 – 14,0 | 0,8 – 2,1 | 2,3 – 3,9 |
| Квасоля | 17,0 – 32,1 | 45,4 – 61,0 | 5,3 – 6,3 | 3,6 – 5,7 | 7,5 – 13,0 | 1,2 – 2,3 | 3,6 – 4,9 |
| Сочевиця | 21,3 – 56,0 | 46,1 – 52,2 | 2,6 – 3,1 | 3,2 – 5,2 | 6,8 – 12,0 | 1,0 – 1,8 | 2,6 – 3,6 |
| Соя | 27,0 – 52,0 | 2,1 – 9,0 | 3,4 – 15,6 | 2,9 – 6,3 | 8,0 – 18,0 | 13,0 – 26,0 | 4,5 – 6,8 |
| Люпин | 27,8 – 43,2 | 3,9 – 4,2 | 7,2 – 7,9 | 10,6 – 18,2 | 10,19 – 11,2 | 3,7 – 21,5 | 2,9 – 4,2 |

Зольність насіння бобових коливається від 2,3 до 6,8 %, більша частина якої зосереджена в насіннєвій оболонці. Бобові багаті на калій і фосфор, а також на кальцій, кремній, магній, натрій, сірку, хлор, алюміній, бор, залізо, йод, кобальт,

марганець, мідь, титан, цинк та інші мінеральні елементи.

Вітамінний склад бобових представлений вітаміном групи В, токоферолами, каротиноїдами та іншими вітамінами.

Відмінною особливістю білкових комплексів люпину та інших бобових культур є наявність особливої групи біологічно активних речовин – білкових інгібіторів протеолітичних ферментів. Досліджені сорти люпину мають найменшу кількість інгібіторів протеїназ порівняно з соєю, горохом, квасолею та іншими бобовими. Наприклад, кількість інгібітору трипсину в насінні люпину в 4 – 100 разів менша, ніж кількість інгібітора трипсину в насінні гороху, і в майже 100 разів менша, ніж концентрація інгібітора трипсину в зерні сої. Низький вміст інгібіторів трипсину в білкових комплексах люпину є однією з передумов досягнення високої перетравності без додаткової теплової обробки [14].

Всі види і сорти люпину мають загальний характер вмісту амінокислот. Білковий гідролізат насіння люпину містить 17 амінокислот: аланін, аргінін, аспарагінову кислоту, валін, гістидин, гліцин, глутамінову кислоту, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, пролін, серин, треонін, тирозин і феніл.

Білок люпину на 26,4 – 36,7 % складається з незамінних амінокислот, серед яких виділяються високі рівні лізину, лейцину, ізолейцину, а також суми тирозину з фенілаланіном і валіну. Однак метіонін є лімітуючою незамінною амінокислотою. Жовтий люпин характеризується найбільшою концентрацією лізину та низьким вмістом валіну й треоніну, тоді як білий люпин містить більше фенілаланіну, треоніну та метіоніну.

Особливістю білка люпину є практично повна відсутність гліадину та глютеніну, що робить його ідеальною сировиною для виробництва безглютенових продуктів з дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями.

Насіння люпину значно перевершує пшеницю та жито за вмістом вітамінів групи В. Особливістю люпину є високий вміст β-каротину (0,30–0,49 мг%) та токоферолів (3,9–16,2 мг%), серед яких основним компонентом є γ-токоферол.

Люпин також характеризується значним вмістом мінеральних речовин: натрію – 17,3 – 35,1 мг/100 г; калію – 1085 – 1200 мг/100 г; кальцію – 139 – 162

мг/100 г; фосфору – 390 – 473 мг/100 г; магнію – 155 – 195 мг/100 г; заліза – 29,6 – 42,0 мг/кг.

Проте в насінні деяких сортів люпину містяться алкалоїди – азотовмісні гетероциклічні сполуки лужного характеру з високою фізіологічною активністю, які мають токсичний вплив. Для харчових потреб використовують лише безалкалоїдні сорти люпину, тоді як алкалоїдними вважають сорти з вмістом алкалоїдів понад 1,0 %. Руйнування алкалоїдів можливе при нагріванні до температур понад 150 °С протягом 30 хвилин і більше.

Таким чином, насіння бобових культур, зокрема люпину, є важливим джерелом високоякісного рослинного білка, а також багате на незасвоювані вуглеводи, мінерали та вітаміни.

В даний час проводиться багато досліджень, щоб знайти відповідні методи обробки насіння бобових, щоб максимізувати їх харчовий і біологічний потенціал.

## 1.3 Застосування насіння бобових культур і продуктів їх переробки для покращення якості та підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів.

Покращення якості, підвищення харчової цінності та розширення асортименту хлібобулочних виробів є одними з ключових завдань, які постають перед сучасною хлібопекарською промисловістю. Оскільки хліб та хлібобулочні вироби є продуктами щоденного споживання, вони можуть слугувати ефективним засобом для цілеспрямованого коригування поживної та профілактичної цінності раціону людини [19].

У цьому контексті актуальними стають дослідження, спрямовані на розробку способів впровадження нетрадиційних рослинних інгредієнтів у хлібопеченні. Це дозволяє не лише економити основну та додаткову сировину, але й підвищувати якість та поживну цінність готової продукції.

Науковці, як вітчизняні, так і зарубіжні, активно працюють у сфері раціонального харчування, вивчаючи потреби людини в білкових речовинах та біологічну цінність хлібобулочних виробів. Вони досліджують шляхи та методи

підвищення цих показників, спираючись на досягнення біохімії та сучасних технологій [9].

Підвищення біологічної цінності хліба можна досягти шляхом введення до рецептури хлібобулочних виробів додаткових компонентів із нетрадиційної сировини, які містять більше білка та незамінних амінокислот порівняно з пшеничним борошном [5].

Сьогодні для усунення дефіциту білка та створення різноманітного асортименту продукції з підвищеною біологічною цінністю активно використовуються бобові культури та продукти їх переробки.

У багатьох країнах масове застосування соєвого борошна в хлібопекарській промисловості розпочалося ще кілька десятиліть тому. Частка доданого соєвого борошна зазвичай становить 6 – 12 %, при цьому якість готового хліба залежить від типу покращувача та методу випікання. Для хлібопечення рекомендується використовувати злегка підігріте соєве борошно з індексом диспергування не менше 50 %. У разі застосування опарного методу приготування тіста, соєве борошно додають безпосередньо у тісто, а не в опару [8].

Також пропонується впровадження білково-волокнистої композиції (БВК ВППС), створеної на основі вторинних продуктів переробки сої. Її використання надає хлібобулочним виробам дієтичних властивостей [3].

Горохове борошно, завдяки невисокій вартості та багатому хімічному складу, вважається перспективним джерелом повноцінного рослинного білка для використання в хлібопеченні. Для досягнення оптимального співвідношення білків та вуглеводів у хлібі його рекомендується додавати у кількості 20 – 25 % від маси пшеничного борошна. Однак, без шкоди для якості хліба, горохове борошно можна вводити в дозуванні 2 – 3 % від маси пшеничного борошна. Збільшення цієї кількості погіршує структурно-механічні властивості тіста та якість хліба.

Щоб зменшити негативний вплив білків гороху на якість виробів, горохову пасту рекомендується заквашувати молочнокислими бактеріями. Гідротермічна обробка гороху також дозволяє отримати борошно з покращеними властивостями, яке можна додавати до тіста, приготовленого опарним способом, у кількості 10%

від маси пшеничного борошна.

Хліб, виготовлений із такими добавками, практично не відрізняється від традиційного за структурою м’якуша, смаком, об’ємом та ароматом, але має значно вищу біологічну цінність [14].

Розроблений метод приготування тіста з використанням білкової пасти, отриманої з горохового борошна, яке піддається гідротермічній обробці та ферментації молочнокислими бактеріями Дельбрюка. Білкову пасту додають під час замішування тіста у кількості 10 – 20 % від маси борошна. Для скорочення тривалості бродіння до 30 хвилин при температурі 32 – 33 °С, до тіста також додають до 1 % дріжджів. Витримка тістових заготовок триває 40 – 45 хвилин. Додавання білкової пасти збільшує вміст білка в готовому хлібі на 2 – 3 % [3, 14].

Досліджено вплив додавання квасолевого борошна замість пшеничного при випіканні хліба. Виявлено, що при дозуванні 2 – 6 % якісні характеристики, такі як тривалість замішування тіста, маса, об’єм хліба, колір та структура м’якуша, змінюються незначно. Однак при збільшенні кількості до 8 – 10 % якість хліба суттєво погіршується [14, 17].

Запропоновано використовувати нутове борошно або ізолят, попередньо оброблений ферментативним методом, у виробництві пшеничного хліба. Це дозволяє скоротити період бродіння тіста з 180 хвилин до 60 – 90 хвилин, забезпечити підйом тістової маси до 375 – 390 см³/100 г та покращити органолептичні й фізико-хімічні властивості готової продукції. Однак використання нутового борошна або ізоляту дещо підвищує собівартість виробів [6, 7].

Додавання нутового борошна у кількості 10 – 20 % від загальної маси пшеничного борошна під час приготування хліба за традиційною технологією дозволяє збільшити вміст білка у виробі на 30 – 34 %, клітковини – на 11,5 %, а також підвищити рівень вітамінів (А, $B_{12}$, $B_6$) і мінеральних речовин (кальцій, магній, фосфор, калій, натрій) на 2,7 %. При цьому енергетична цінність продукту знижується на 12 % [17].

Запатентований метод приготування хліба передбачає введення до тіста

сочевично-дріжджевого напівфабрикату, до складу якого входять подрібнене пророщене насіння сочевиці, пшеничне борошно другого сорту, олія та пресовані дріжджі у пропорції 34; 10; 0,015 та 1,0 % відповідно до маси борошна в тісті. Напівфабрикат із вологістю 80% витримують за температури 31 – 35 °С протягом 90 – 100 хвилин. Такий підхід сприяє інтенсифікації процесу приготування тіста, зменшенню втрат сухих речовин під час бродіння, а також покращенню складу білків і вуглеводів готового хліба [5].

Крім того, запропоновано використовувати порошок із насіння сочевиці як окислювальний покращувач у хлібобулочному виробництві. Його додають у кількості 3 – 10 % від маси борошна. Для отримання порошку насіння сочевиці спочатку піддають дробленню, а потім тонкому подрібненню в обертовій плівці товщиною 0,1 – 0,5 мм при температурі 30 – 40 °С. Використання такого покращувача сприяє підвищенню якості хлібобулочних виробів, їх харчової та фізіологічної цінності, а також продовжує терміни збереження свіжості [7].

Досліджено використання нативного та екструзійного борошна з насіння харчових сортів люпину у випіканні пшеничного хліба в кількості 5, 10 і 15 %. Встановлено, що смак і аромат хліба залишаються практично незмінними, окрім варіанту з 15 % додаванням люпинового борошна, де відчувався гіркуватий присмак. Найкращі результати якості хліба з додаванням 5 – 10 % люпинового борошна досягнуто за умови використання полікомпонентного хлібопекарського покращувача, який включає емульгатори та інші функціональні інгредієнти [9].

У Польщі проведено випробування екструдатів із насіння солодового люпину для виготовлення хліба з житнього та пшеничного борошна. У Чилі додавання 12% люпинового борошна до хліба забезпечило підвищення водопоглинальної здатності тіста на 16 – 18 %, збільшення вмісту білка до 16% (порівняно з 13,2 % у контрольному зразку) та високу перетравлюваність білка люпинового борошна на рівні 85 – 86 %.

В Європі були проведені дослідження щодо збагачення пшеничного тіста для хлібобулочних виробів борошном з насіння безалкалоїдних сортів люпину в кількості не більше 5 %, що дозволяє підвищити вміст білка та харчових волокон у

готових виробах [19].

Аналіз наукових та технічних даних, а також досвіду використання в хлібопекарській промисловості насіння бобових культур і продуктів їх переробки свідчить, що традиційна технологія виробництва хлібобулочних виробів за останні роки зазнає значних змін для отримання продукції з підвищеною біологічною цінністю та поліпшеними органолептичними властивостями. Однак для розробки нових видів хлібобулочних виробів з нетрадиційними рослинними добавками, які сприяють раціональному використанню місцевої сировини, необхідно науково обґрунтувати їх застосування, ґрунтуючись на знаннях про хімічний склад цієї сировини.

Висновки за розділом

Літературні джерела свідчать, що для покращення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів важливо їх збагачувати повноцінними білками, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами. Пріоритетним напрямом для покращення якості та біологічної цінності хліба з пшеничного борошна вищих та першого сортів, що відповідає концепції здорового харчування, є використання натуральних високобілкових добавок. Науковий інтерес також зосереджено на використанні нетрадиційної сировини, зокрема бобових культур місцевого походження, що містять багатий хімічний склад: білки, незамінні амінокислоти, мінеральні елементи тощо. Це дозволяє розширити асортимент хлібобулочних виробів і підвищити їх біологічну цінність. Враховуючи викладене вище, було визначено основні проблеми та сформульовано мету досліджень, яка полягає у вивченні впливу борошна бобових культур на якість пшеничного хліба.

Згідно з поставленою метою були вирішені наступні завдання:

• визначити якість насіння бобових культур та хімічний склад люпинового борошна;

• вивчити вплив додавання борошна бобових культур на якісні характеристики пшеничного тіста та споживчі властивості хліба;

• здійснити розрахунок витрат для проведення досліджень.

Об’єкт дослідження – процес виготовлення пшеничного хліба, збагаченого люпиновим борошном.

Предмет дослідження – зміни основних органолептичних і фізико-хімічних властивостей готових виробів пшеничного хліба в залежності від кількості доданого збагачувача.

# 2 ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1 Об’єкти досліджень

Відповідно до мети та завдань роботи, об’єктами дослідження були:

• насіння бобових культур, зокрема люпину вузьколистого сортів Надія та Кристал, згідно з ДСТУ 4827:2007;

• люпинове борошно, виготовлене із зазначеного насіння;

• зразки пшеничного борошна, збагаченого люпиновим борошном у кількості 5, 10, 15 та 20 % від маси пшеничного борошна;

• контрольні зразки дріжджового тіста та випечені з нього вироби, виготовлені безопарним способом з борошна вищого та першого сортів із додаванням 2,5 % дріжджів і 1,5 % харчової солі (у відсотках до маси борошна);

• дослідні зразки дріжджового тіста, приготованого із додаванням 10 % борошна бобових культур, та випечені з нього вироби, виготовлені безопарним способом із борошна вищого та першого сортів.

Якість насіння бобових культур наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості насіння бобових культур

| Найменування показника | Люпин жовтий | Люпин вузьколистий | |
|---|---|---|---|
| | Сорт | | |
| | Академічний 1 | Надія | Кристал |
| Колір насіння | Сірий | Білий | Білий |
| Запах | Нормальний, властивий здоровому зерну | | |
| Маса 1000 насінин, г | 160 | 169 | 169 |
| Вологість, % | 12,3 | 11,0 | 9,5 |
| Сміттєва домішка, % | 0,5 | 0,2 | 0,4 |
| Зернова домішка, % | 0,9 | 0,7 | 1,0 |
| Зараженість шкідниками | Не виявлено | | |

Подрібнення насіння до стану борошна проводили в лабораторних умовах за допомогою лабораторного млина. Перед цим насіння бобових культур піддавали сухому очищенню, під час якого видаляли бур'янові та зернові домішки, а також насіння з низькими технологічними властивостями (дрібне, недозріле, легке).

Очищене насіння промивали водою та висушували до вологості трохи більше 14,0 %. Потім його дробили до розміру частинок, що проходять через сито з отворами діаметром 3 мм, після чого подрібнювали до порошкоподібного стану і просіювали через шовкове сито № 35.

Характеристики отриманих зразків борошна з насіння бобових культур подано в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Показники якості борошна з насіння бобових культур

| Показник | Люпинове борошно з насіння сорту | | |
|---|---|---|---|
| | Академічний | Надія | Кристал |
| Колір | Сіро – жовтий з помітними частинками сірого кольору | Жовтий | Жовтий |
| Запах | Нормальний, властивий бобовим | | |
| Смак | Специфічний, властивий бобовим | | |
| Вологість, % | 13,0 | 12,0 | 10,5 |
| Величина помелу: залишок на ситі з шовкової тканини №35 % | 1,3 | 1,5 | 1,8 |

Допоміжною сировиною слугували продукти, наведені в таблиці 2.3.

Уся сировина відповідала вимогам чинних стандартів і відповідної нормативно-технічної документації.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані сировини та її відповідність вимогам НТД

| Найменування сировини | Нормативно-технічна документація |
|---|---|
| Борошно пшеничне хлібопекарське вищого та першого сортів<br>Дріжджі пресовані хлібопекарські<br>Сіль поварена харчова<br>Вода питна | ДСТУ ISO 6820:2004<br>ДСТУ 46.004-99<br>ДСТУ 4812:2007<br>ДСТУ 3583:2015,<br>ДСТУ 7525:2014 |

Для приготування дослідних і контрольних зразків використовували сировину з однієї партії. Характеристики пшеничного борошна, застосованого в роботі, наведено в таблиці 2.4. Загальну схему проведення досліджень відображено на рисунку 3.1.

Таблиця 2.4 – Показники якості борошна пшеничного

| Найменування показника | Характеристика і значення показника для дослідних зразків борошна | |
|---|---|---|
| | Вищого сорту | Першого сорту |
| Колір | Білий з кремуватим відтінком | Білий |
| Запах | Властивий борошну, без сторонніх запахів | Властивий борошну, без сторонніх запахів |
| Смак | Властивий борошну, без сторонніх присмаків | Властивий борошну, без сторонніх присмаків |
| Вологість, % | 13,5 | 14,0 |
| Кислотність, град | 2,5 | 2,8 |
| Вміст сирої клейковини, % | 28,8 | 30,5 |
| Властивості клейковини,<br>– $H_{ст}$од. приладу ІДК<br>– розтяжність, см | <br>74,0<br>15,0 | <br>82,5<br>16,5 |

## 2.2 Методи дослідження

Комплексну оцінку сировини, напівфабрикатів та готової продукції проводили за органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними характеристиками та показниками безпеки.

### 2.2.1 Методи дослідження тіста

Якість пшеничного тіста оцінювали за такими показниками:

• титрована кислотність – визначалась методом титрування згідно з методикою, описаною у [21];

• вологість – встановлювалась методом висушування відповідно до методики з [21].

Структурно-механічні властивості тіста досліджували за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2».

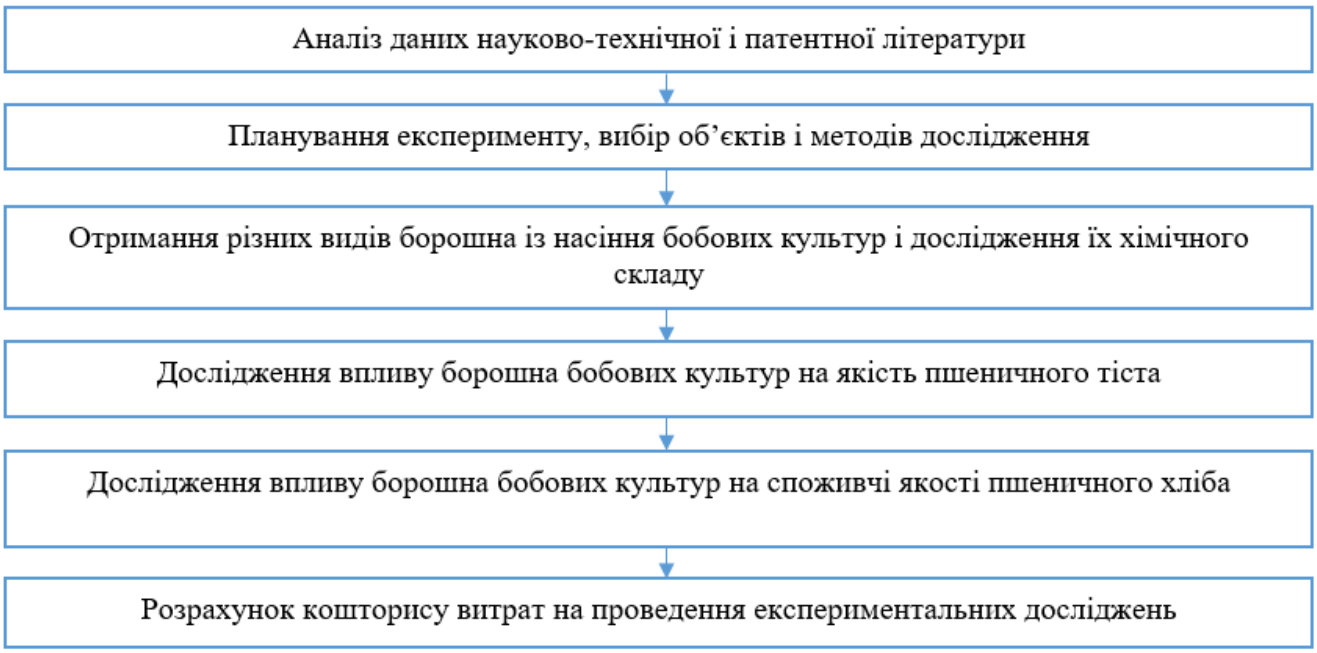



Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження

У ході експерименту застосовували циліндр Н із параметром . Показання

приладу реєстрували при швидкостях зсуву в діапазоні від 0,3333 до 147,0 с.

Відносна напруга зсуву (, Па) розраховувалась за формулою (2.1):

$$O = Z \cdot a \tag{2.1}$$

де $Z$ – константа приладу, 0,1 Па;

$a$ – показник шкали приладу, од. приладу.

Ефективна в'язкість ($\eta_{еф}$, Па·с) розраховувалась за наступною формулою (2.2):

$$\eta_{еф} = \frac{О}{\gamma} \tag{2.2}$$

де $\gamma$ – швидкість зсуву, $с^{-1}$;

О – напруга зсуву, Па.

Щоб описати перебіг пшеничного тіста користувались наступним рівнянням:

$$О = О_0 + К \cdot \gamma \tag{2.3}$$

де О – напруга зсуву в даній точці, Па;

$\gamma$ – швидкість зсуву в даній точці, $с^{-1}$;

$О_0$ – гранична напруга зсуву, Па;

$К$ – коефіцієнт консистенції, Па·$с^n$;

$n$ – індекс течії.

Графоаналітичним методом розраховували коефіцієнти рівняння $О_0$, $К$, $n$.

### 2.2.2 Методи дослідження готових виробів

Якість готових хлібобулочних виробів досліджували згідно з методами, передбаченими у відповідній нормативній документації. Оцінку здійснювали за такими показниками: маса, вологість, пористість, титрована кислотність, питома

вага, загальна, пластична та пружна деформація м’якушу.

Масу готових виробів визначали шляхом зважування на технічних вагах із точністю до 0,01 г.

Органолептичну оцінку хліба виконували за шкалою бальної оцінки якості хліба з пшеничного борошна. У процесі дегустації враховували такі характеристики: форма виробу, стан поверхні скоринки, її забарвлення, структура пористості, колір і еластичність м’якушу, смак, аромат та легкість розжовування.

Кожен показник оцінювали за п’ятибальною шкалою, де:

- 5 балів – відмінно,
- 4 – добре,
- 3 – задовільно,
- 2 – незадовільно,
- 1 – незадовільно.

Загальну якість хліба визначали як суму балів. Для кількісного вираження оцінки використовували таку формулу:

$$К_о = \sum_{i=1}^{n} m_i x_i \qquad (2.4)$$

де $К_о$ – комплексна оцінка якості хліба, бали;

$m_i$ – коефіцієнт вагомості кожного показника;

$x_i$ – оцінка кожного показника за п’ятибальною шкалою;

$n$ – кількість показників.

На підставі отриманих балів розраховували рівень якості ($У_к$) кожного виду хліба за такою формулою.:

$$У_к = (\Sigma_{\text{балів досл.зразка хліба}} / \Sigma_{\text{балів базового зразка хліба}}) \cdot 100\% \qquad (2.5)$$

Базовим зразком було прийнято хліб, який отримав 75 балів за оцінкою якості, що відповідає задовільній якості.

На основі комплексної оцінки хліб пшеничний було поділено на чотири

групи за рівнем якості:

1. Хліб з відмінною оцінкою (90 – 100 % якості);
2. Хліб з хорошою оцінкою (80 – 89 % якості);
3. Хліб з задовільною оцінкою (70 – 79 % якості);
4. Хліб з незадовільною оцінкою (менше 69 % якості).

Вологість м’якушу хліба визначали за ДСТУ 9188:2022, кислотність м’якушу хліба титрували арбітражним методом згідно з ДСТУ 9188:2022, пористість м’якушу хліба – за ДСТУ 9188:2022, а питому об’ємність хліба оцінювали за загальноприйнятою методикою.

Для характеристики процесу черствіння досліджували зміни загальної деформації, крихкості, набухання та вологості м’якушів хліба через 3, 16, 24, 36 та 48 годин зберігання.

Вміст білка визначали методом Барнштейна [4], амінокислотний склад білків – хроматографічним методом на автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА Т-339 Н.

Вміст цукру оцінювали за ДСТУ 9188:2022, вміст жиру – за ДСТУ 9188:2022, а вміст клітковини у хлібобулочних виробах – за методом Кюршнера та Ганека.

Масову частку макро- та мікроелементів у готових виробах визначали за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра.

Достовірність експериментальних даних оцінювали методами математичної статистики за допомогою сучасних програмних засобів. Розрахунки та побудову графіків здійснювали з використанням додатків Microsoft Excel для Windows XP..

Висновки за розділом

В розділі наведено стислу характеристику об’єктів дослідження, використаних у роботі, а також обрані та розглянуті методи дослідження, зокрема методи аналізу тіста та методи оцінки готових виробів.

# 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

## 3.1 Дослідження хімічного складу борошна, отриманого з насіння бобових

### 3.1.1 Вміст білків та амінокислотний склад борошна з бобових культур

Білки є ключовим компонентом харчування людини, оскільки вони не лише забезпечують енергетичну цінність, а й незамінні іншими поживними речовинами.

Як свідчать дані таблиці 3.1, вміст білків у борошні з бобових культур варіюється залежно від виду та сорту насіння. Зокрема, у гороховому борошні вміст білка становить 23,2 %, у квасоляному – 24,8 – 25,4 %, у сочевичному – 28,2 %, а в люпиновому – від 31,5 до 33,4 %.

Дослідження виявили, що люпинове борошно перевершує інші види бобового борошна за сумарним вмістом незамінних і замінних амінокислот. Особливо виділяється люпинове борошно сорту "Надія". Вміст незамінних амінокислот у ньому досягає 12 147 мг, тоді як у гороховому борошні цей показник становить лише 8384 мг. Серед основних амінокислот лідирують лейцин (до 2605 мг) і лізин (до 2244 мг) у люпиновому борошні. Вміст інших амінокислот розподіляється таким чином: ізолейцин – 1226 – 1684 мг, валін – 1215 – 1802 мг, фенілаланін – 1071 – 1561 мг, треонін – 944 – 1411 мг, триптофан – 284 – 412 мг, метіонін – 232 – 428 мг.

Однак для всіх досліджуваних видів борошна лімітуючими амінокислотами залишаються метіонін і цистин.

Таблиця 3.1 – Вміст білка і амінокислот в борошні бобових культур, 100 г

| Показники | Горохове бо сорту Норд | Люпинове борошно | | | Квасоляне борошно | | Сочевичне борошно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Кристал | Академічний 1 | Надія | Оран | Рубін | |
| Білок, % | 23,2 | 32,8 | 31,5 | 33,4 | 24,8 | 25,4 | 28,2 |
| Незамінні амінокислоти, мг | 8384 | 11975 | 11312 | 12147 | 8946 | 9021 | 10021 |
| Валін | 1215 | 1785 | 1684 | 1802 | 1287 | 1315 | 1486 |
| Ізолейцин | 1226 | 1665 | 1564 | 1684 | 1251 | 1253 | 1372 |
| Лейцин | 1758 | 2594 | 2412 | 2605 | 1894 | 1898 | 2121 |
| Лізін | 1654 | 2185 | 2098 | 2244 | 1712 | 1692 | 1864 |
| Метіонін | 232 | 416 | 395 | 428 | 286 | 290 | 335 |
| Треонін | 944 | 1397 | 1306 | 1411 | 1012 | 1047 | 1192 |
| Триптофан | 284 | 405 | 387 | 412 | 292 | 296 | 331 |
| Фенілаланін | 1071 | 1528 | 1466 | 1561 | 1212 | 1230 | 1320 |
| Замінні амінокислоти, мг | 12687 | 18175 | 17561 | 18774 | 13950 | 14058 | 16007 |
| Аланін | 983 | 1289 | 1206 | 1342 | 934 | 940 | 1106 |
| Аргінін | 1690 | 2356 | 2244 | 2426 | 1192 | 1200 | 2131 |
| Аспаргінова к – та | 2452 | 3128 | 3054 | 3237 | 2639 | 2647 | 2946 |
| Гістідін | 515 | 973 | 908 | 1019 | 862 | 878 | 810 |
| Гліцин | 982 | 1314 | 1294 | 1396 | 934 | 948 | 1194 |
| Глутамінова к – та | 3306 | 4238 | 4182 | 4355 | 3294 | 3302 | 4100 |
| Пролін | 821 | 1872 | 1794 | 1924 | 1716 | 1724 | 1185 |
| Серін | 913 | 1486 | 1412 | 1511 | 1364 | 1389 | 1408 |
| Сума амінокислот, мг | 21071 | 30150 | 28873 | 30921 | 22896 | 23079 | 26028 |
| Лімітуюча амінокислота | мет + цис | мет + цис . | мет + цис | мет + цис . | мет + цис | мет + цис . | мет + цис |

3.1.2 Вміст вуглеводів у борошні з насіння бобових культур.

Вуглеводи переважно виконують роль енергетичного джерела, забезпечуючи в середньому 60% калорійності раціону. Крім того, цукри та крохмаль є необхідними для процесу бродіння пшеничного тіста.

Дані про вміст вуглеводів у борошні з насіння бобових культур наведені в таблиці 3.2. З аналізу видно, що вміст цукрів у борошні люпину складає 6,4 – 6,8 г/100 г, що є найвищим серед усіх досліджених зразків. У сочевичному борошні цукрів виявлено лише 1,6 г, тоді як у інших видів борошна їх кількість розподілилась наступним чином: горохове — 4,1 г, квасолеве (сорт «Рубін») – 2,1 г, квасолеве (сорт «Оран») – 2,0 г. Найвищий вміст цукру зафіксовано у люпиновому борошні.

Таблиця 3.2 – Вуглеводний склад борошна бобових культур, г на 100 г

| Показник | Люпинове борошно із насіння сорту | | | Горохове борошно | Квасоляне борошно із насіння сорту Оран | Квасоляне борошно із насіння сорту Рубін | Сочевичне борошно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Надія | Кристал | Академічний 1 | | | | |
| Цукор | 6,8 | 6,4 | 6,7 | 4,1 | 2,0 | 2,1 | 1,6 |
| Крохмаль | 18,0 | 18,2 | 27,4 | 44,7 | 42,8 | 43,0 | 39,6 |
| Вугловоди | 7,2 | 7,2 | 6,8 | 5,3 | 4,2 | 4,6 | 3,8 |
| Пектин | 4,1 | 4,1 | 4,3 | 3,2 | 3,9 | 4,0 | 3,6 |

Дослідження показали, що люпинове борошно характеризується підвищеним вмістом клітковини та пектинових речовин. Хоча ці компоненти не мають поживної цінності, вони виконують важливу роль як регулятори роботи травної системи.

Вміст крохмалю у борошні з насіння бобових культур варіювався від 18,0 до 44,7 г на 100 г продукту. Найнижчий рівень крохмалю виявлено в люпиновому борошні, отриманому з насіння сорту "Надія", – лише 18,0г/100г, що значно менше,

ніж у інших видів борошна.

### 3.1.3 Мінеральний склад борошна бобових

Мінеральні речовини відіграють важливу роль у всіх фізіологічних і біохімічних процесах організму, забезпечуючи нормальне утворення живих клітин і беручи участь у формуванні кісткової тканини.

Інформація про мінеральний склад борошна з насіння бобових культур є важливою для оцінки його біологічної цінності та можливості використання у виробництві екологічно чистих продуктів. Для мікроелементів, таких як свинець, миш'як, кадмій і ртуть, встановлено допустимі рівні відповідно до Санітарно-епідеміологічних правил і нормативів 2.3.2.10.-03.

Вміст мінеральних речовин у борошні залежить від виду рослин, ґрунтово-кліматичних умов вирощування та сортових особливостей бобових культур.

Результати досліджень, представлені в таблиці 3.3, свідчать про різноманітний мінеральний склад борошна з бобових культур. Усі досліджені зразки містять макро- та мікроелементи, які є важливими для харчового раціону та забезпечують нормальний обмін речовин і формування кісткової тканини. Вміст загальної золи у зразках борошна варіювався від 2,6 % до 3,7 % залежно від виду бобової культури.

Таблиця 3.3 – Вміст мінеральних сполук у борошні бобових культур

| Показники | ДР | Люпинове борошно | | | Горохове борошно | Квасоляне борошно Оран | Квасоляне борошно Рубін | Сочевичне борошно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Надія | Кристал | Академічний 1 | | | | |
| Зола, % | | 3,30 | 3,30 | 3,20 | 2,80 | 3,60 | 3,70 | 2,60 |
| Калій, мг100г | | 1036 | 1029 | 1005 | 870 | 1115 | 1106 | 673 |
| Кальцій | | 136 | 134 | 132 | 116 | 152 | 150 | 86 |
| Магній | | 111 | 109 | 95 | 108 | 105 | 107 | 85 |
| Натрій | | 56 | 58 | 52 | 34 | 42 | 40 | 56 |
| Сірка | | 176 | 189 | 168 | 192 | 158 | 157 | 164 |
| Фосфор | | 452 | 456 | 463 | 330 | 483 | 480 | 394 |
| Залізо | | 6,14 | 6,02 | 5,56 | 6,83 | 6,00 | 5,87 | 11,30 |
| Кадмій | не> 0,10 | 0,05 | 0,05 | відс | 0,06 | відс | відс | < 0,01 |
| Марганець | | 1,79 | 1,84 | 1,55 | 1,76 | 1,35 | 1,34 | 1,23 |
| Мідь | | 0,76 | 0,74 | 0,70 | 0,75 | 0,60 | 0,57 | 0,67 |
| Миш'як | не> 0,20 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,03 | < 0,03 | < 0,02 | < 0,03 | < 0,02 |
| Свинець | не> 0,50 | 0,32 | 0,19 | 0,23 | 0,15 | 0,24 | 0,16 | 0,28 |
| Ртуть | не> 0,03 | < 0,008 | < 0,008 | < 0,008 | відс | < 0,007 | < 0,008 | < 0,008 |
| Цинк | | 3,26 | 3,30 | 3,32 | 3,18 | 3,22 | 3,20 | 3,12 |

Спостерігаються значні відмінності у вмісті окремих мінеральних елементів у різних видах борошна з бобових культур. Зокрема, вміст калію у гороховому, люпиновому, квасоляному та сочевичному борошні варіює від 673 до 1115 мг, фосфору – від 330 до 483 мг, кальцію – від 86 до 152 мг, магнію – від 85 до 111 мг, а натрію – від 34 до 58 мг.

Серед мікроелементів у досліджених видах борошна вміст заліза становить від 5,56 до 11,30 мг, марганцю – від 1,23 до 1,84 мг, міді – від 0,57 до 0,76 мг, а цинку – від 1,23 до 1,84 мг на 100 г продукту. Вміст токсичних елементів (свинець, миш'як, ртуть, кадмій) у борошні з гороху, квасолі, сочевиці та люпину не перевищував встановлених допустимих норм.

Таким чином, отримані результати підтверджують доцільність використання люпинового борошна для виробництва екологічно чистої продукції. Крім того, його можна застосовувати для збагачення мінерального складу та підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого та першого сортів.

### 3.1.4 Вітаміни у борошні бобових

Вітаміни — це група низькомолекулярних органічних сполук різної хімічної природи, які необхідні для харчування людини в надзвичайно малих кількостях у порівнянні з основними поживними речовинами, проте вони відіграють важливу роль у забезпеченні нормального обміну речовин і життєдіяльності організму [4].

Таблиця 10 – Вміст вітамінів у борошні бобових культур, мг/100 г

| Показник | Люпинове борошно з насіння сорту | | | Горохове борошно | Квасоляне сорт Оран | Квасоляне сорт Рубі | Сочевичне борошно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Надія | Кристал | Академічний 1 | | | | |
| Тіамін | 0,96 | 0,87 | 0,92 | 0,82 | 0,51 | 0,53 | 0,52 |
| Рибофлавін | 0,24 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,22 |
| Ніацін | 2,40 | 2,38 | 2,36 | 2,22 | 2,12 | 2,14 | 1,84 |
| Вітамін Е | 5,70 | 5,74 | 5,62 | 9,20 | 3,85 | 3,80 | не виявл |
| Холін | 116,0 | 118,0 | 114,0 | 205,0 | не виявл | не виявл | не виявл |

Дослідження показали, що горохове та люпинове борошно містять вітаміни групи В, вітаміни $B_2$, ніацин, а також вітамін Е, і характеризуються підвищеним рівнем холіну, зокрема горохове борошно. У той час як у квасоляному та сочевичному борошні рівень тіаміну виявився дещо нижчим (0,51 – 0,52 мг/100 г), вміст вітаміну Е у квасоляному борошні становить 3,80 – 3,85 мг/100 г, а у сочевичному борошні вітамін Е не був виявлений.

Висновки за розділом

Аналіз хімічного складу борошна, отриманого з насіння бобових культур (гороху сорту Норд, люпину безалкалоїдного сортів Надія, Кристал, Академічний 1, квасолі білої сорту Оран та кольорової сорту Рубін), показує, що більша частина сухих речовин складається з вуглеводів і білків. Борошно горохове, квасоляне, сочевичне та люпинове мають високий вміст білка з добре збалансованим амінокислотним складом, зокрема з підвищеним рівнем лейцину та лізину. Вуглеводи в цих борошнах представлені крохмалем, цукрами, пектинами та клітковиною.

Вітамінний склад включає тіамін, рибофлавін, ніацин, вітамін Е, а горохове та люпинове борошно містять також холін. Таким чином, люпинове борошно може ефективно використовуватись як добавка для виробництва різних харчових продуктів, зокрема хлібобулочних виробів, для підвищення їх харчової та біологічної цінності. Воно також сприяє інтенсифікації процесів дозрівання напівфабрикатів, що дозволяє виготовляти хлібобулочні вироби з високими споживчими характеристиками.

# 4 ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ДОБАВОК З ЛЮПИНОВОГО БОРОШНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

## 4.1 Дослідження впливу добавок люпинового борошна на властивості пшеничного борошна та пшеничного тіста

Білкові компоненти пшеничного борошна здатні активно набухати при замісі тіста та його подальшому відстоюванні завдяки воді. Гліадин і глютенін формують еластичну і зв’язну масу – клейковину, що в значній мірі визначає хлібопекарські властивості пшеничного борошна [9].

Дослідження впливу різних доз борошна бобових культур на кількість та якість клейковини пшеничного борошна вищого та першого сортів проводилось за стандартними методами [7]. Для цього люпинове борошно додавали взамін пшеничного під час замісу тіста в кількості 5, 10, 15 та 20 % від маси пшеничного борошна. Результати досліду наведено в таблицях 4.1 та 4.2.

Зменшився вихід сирої клейковини вже при додаванні 5 % люпинового борошна з насіння сортів Кристал, Надія, Академічний 1, до пшеничного борошна. Для борошна вищого сорту він склав 27,6 %, а для борошна першого сорту – 28,8 – 29,2 %. При подальшому збільшенні кількості люпинового борошна до 10 % спричинило зниження виходу клейковини в пшеничному борошні вищого сорту до 26,2 – 27,0 %, а для першого сорту – до 27,4 – 27,8 %. При додаванні 15 % люпинового борошна вихід клейковини знизився до 24,3 – 24,6 % для борошна вищого сорту та до 25,8 – 26,3 % для першого ґатунку. Добавка з дозуванням 20 % люпинового борошна призвела до подальшого зменшення виходу сирої клейковини до 22,8 – 24,7 %.

Таблиця 4.1 – Порівняння впливу вмісту люпинового борошна на клейковину пшеничного борошна вищого сорту

| Показники | Дозування люпинового борошна, % до маси пшеничного борошна | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 5,0 – 15,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 |
| Люпинове борошно (люпин сорт Кристал) | | | | | |
| Кількість сирої клейковини, % | 28,8 | 27,5 | 26,4 | 24,6 | 23,3 |
| ІДК, од. | 74,1 | 74,0 | 72,7 | 71,8 | 70,9 |
| Люпинове борошно (люпин сорт Академічний 1) | | | | | |
| Кількість сирої клейковини, % | 28,8 | 27,5 | 26,4 | 24,6 | 23,3 |
| ІДК, од. | 74,0 | 74,0 | 72,7 | 71,6 | 70,8 |

Таблиця 4.2 – Порівняння впливу вмісту люпинового борошна на клейковину пшеничного борошна першого сорту

| Показники | Дозування борошна бобових культур, % до маси пшеничного борошна | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 5,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 |
| Люпинове борошно (люпин сорт Надія) | | | | | |
| Кількість сирої клейковини, % | 30,5 | 29,2 | 27,8 | 26,3 | 24,7 |
| ІДК, од. приладу | 82,5 | 82,2 | 81,8 | 81,4 | 78,6 |
| Люпинове борошно (люпин сорт Кристал) | | | | | |
| Кількість сирої клейковини, % | 30,5 | 29,2 | 27,8 | 26,3 | 24,7 |
| ІДК, од. приладу | 82,5 | 82,0 | 81,7 | 81,2 | 78,6 |
| Люпинове борошно (люпин сорт Академічний 1) | | | | | |
| Кількість сирої клейковини, % | 30,5 | 29,2 | 27,8 | 26,2 | 24,61 |
| ІДК, од. приладу | 82,5 | 82,0 | 81,6 | 81,2 | 78,4 |

Дослідження впливу люпинового борошна на якість клейковини пшеничного борошна вищого та першого сортів показало, що додавання 5 і 10 % люпинового борошна не вплинуло суттєво на колір і розтяжність клейковини. Однак, при

збільшенні концентрації до 15 і 20 % колір клейковини змінився на сірий та темно-сірий, а її розтяжність значно знизилась. Це можна пояснити тим, що борошно бобових культур містить менше глютелінів та гліадинів, які формують клейковину. Крім того, компоненти люпинового борошна мають зміцнюючий ефект на пшеничну клейковину, адже вони поглинають воду, внаслідок чого значення індексу дозрівання клейковини (ІДК) в пробах пшеничного борошна з додаванням 10, 15 і 20 % люпинового борошна виявилось нижчим за контрольні.

Однією з важливих технологічних характеристик пшеничного тіста є його реологічні властивості. Тому були проведені дослідження реології тіста, приготованого з додаванням люпинового борошна у кількості 5, 10 і 15 % маси пшеничного борошна. Дозування 20 % люпинового борошна було виключено з подальших досліджень через його негативний вплив на колір, розтяжність і вихід сирої клейковини.

Для визначення реологічних властивостей пшеничне тісто готували безопарним способом за рецептом, наведеним у таблиці 4.3. Дослідження реологічних властивостей здійснювались одразу після замісу та через 2 години бродіння. Результати показали, що для всіх досліджуваних сортів люпину реологічні показники тіста були схожими і незначними, тому було прийнято рішення використовувати сорт Кристал.

Таблиця 4.3 – Рецептура приготування тіста

| Найменування сировини | Варіанти приготування тіста | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Контроль | Дозування люпинового борошна, % | | |
| | | 5,0 | 10,0 | 15,0 |
| Борошно пшеничне, г | 1000 | 950 | 900 | 850 |
| Дріжджі пресовані, г | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Сіль кухонна, г | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Вода, мл | 547 | 549 | 549 | 549 |
| Борошно люпинове, г | – | 50 | 100 | 150 |

Аналіз результатів показує, що додавання люпинового борошна в різних дозуваннях призводить до певного погіршення реологічних властивостей тіста. Також, згідно з даними таблиці 4.4, спостерігається зміна ефективної в'язкості тіста як після замісу, так і через 2 години бродіння.

Таблиця 4.4 – Ефективна в'язкість тіста пшеничного

| Найменування зразка тіста | Ефективна в'язкість тіста, кПа · с при $\gamma = 1{,}0\ с^{-1}$ | |
|---|---|---|
| | Після замісу | Через 2 год бродіння |
| 5 % люпинового борошна | 7,42 | 6,88 |
| 5 % люпинового борошна | 7,53 | 7,02 |
| 10 % люпинового борошна | 7,61 | 7,23 |
| 15 % люпинового борошна | 7,73 | 7,34 |

При додаванні 5, 10 і 15 % люпинового борошна в тісто спостерігається незначне підвищення ефективної в'язкості на 1,46; 4,84 та 6,27 % відповідно, одразу після замісу. Аналіз результатів показав, що використання 5 % люпинового борошна має менший вплив на реологічні властивості тіста, ніж 10 і 15 %, але для подальших досліджень було обрано дозування 10 %, оскільки в цьому випадку співвідношення білків і вуглеводів наближається до оптимального (1:4 – 1:5), що дозволяє отримати хлібобулочні вироби підвищеної біологічної цінності.

Для глибшого вивчення впливу люпинового борошна на якість тіста та готових виробів проводили дослідження з використанням 10 % дозування люпинового борошна. З рецептурою можна ознайомитись в таблиці 4.5. Дослідні зразки готували за стандартною рецептурою, змішуючи пшеничне борошно вищого чи першого сортів з люпиновим борошном, додаючи воду, дріжджі, сіль і замішуючи тісто.

Таблиця 4.5 – Рецептура приготування пшеничного тіста

| Найменування сировини та показників | Варіанти приготування тіста | |
|---|---|---|
| | Контроль | Тісто з 10 % дозуванням люпинового борошна |
| Борошно пшеничне, г | 1000 | 900 |
| Дріжджі пресовані, г | 25 | 25 |
| Сіль кухонна, г | 15 | 15 |
| Вода, мл | 547 | 549 |
| Люпинове борошно, г | – | 100 |

Після замісу тісто залишали на бродіння при температурі 30–32 °С. У зразках пшеничного тіста визначали початкову та кінцеву кислотність, інтенсивність кислотонакопичення, вологість, зміну об’єму тіста, а також тривалість бродіння та вистоювання. Результати досліджень представлені в таблицях 4.6 та 4.7.

Аналіз отриманих даних показав, що початкова кислотність дослідних зразків пшеничного тіста, приготованого з борошна вищого та першого сортів із добавками борошна бобових культур, була дещо вищою, ніж у контрольних зразках. Це можна пояснити більшою кислотністю, яку мають добавки люпинового борошна.

## 4.2 Товарознавча характеристика пшеничного хліба, приготовленого з добавками люпинового борошна

Для дослідження впливу люпинового борошна на якісні показники хліба проводили лабораторні випічки хліба, приготовленого за рецептурою, наведеною в таблиці 4.5. Тісто готували безопарним способом. Люпинове борошно вносили у кількості 10 % до маси пшеничного борошна. Готові вироби оцінювали через 10 годин після випікання.

Органолептична оцінка якості дослідних зразків пшеничного хліба проводилася за 75-бальною шкалою. При дегустації враховувалися такі показники: форма виробу, стан поверхні кірки, фарбування кірки, характер пористості, колір м’якуш, еластичність м’якуша, смак, аромат, розжовування.

Таблиця 4.6 – Характеристики якості тіста із пшеничного борошна вищого сорту з 10 % дозуванням люпинового борошна

| Найменування зразка тіста | Показники якості тіста | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Вологість, % | Кислотність початкова, град. | Кислотність кінцева, град. | Накопичення кислотності, град. | Зміна обсягу тіста, % до контролю | Тривалість бродіння, хв | Тривалість вистоювання, хв |
| Контроль | 44,0 | 2,8 | 4,0 | 1,2 | 100 | 120 | 40 |
| Тісто з люпиновим борошном | 45,0 | 3,2 | 5,6 | 2,4 | 95 | 150 | 60 |

Таблиця 4.7 – Характеристики якості тіста із пшеничного борошна першого сорту з 10 % дозуванням люпинового борошна

| Найменування зразка тіста | Показники якості тіста | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Вологість, % | Кислотність початкова, град. | Кислотність кінцева, град. | Накопичення кислотності, град. | Зміна обсягу тіста, % до контролю | Тривалість бродіння, хв | Тривалість вистоювання, хв |
| Контроль | 44,2 | 3,0 | 4,2 | 1,2 | 100 | 120 | 40 |
| Тісто з люпиновим борошном | 45,2 | 3,4 | 5,8 | 2,4 | 95 | 150 | 60 |

Результати дегустаційної оцінки пшеничного хліба з борошна вищого і першого сортів з 10 % дозуванням борошна бобових культур з урахуванням коефіцієнтів вагомості, представлені в таблицях 4.8, 4.9.

Встановлено, що рівень якості контрольного зразка хліба з борошна пшеничного вищого сорту становив 75,40 %, з борошна першого сорту – 77,2 %, що відповідає оцінці «добре».

Таблиця 4.8 – Результати дегустаційної оцінки пшеничного хліба із борошна вищого сорту, приготованими із добавками борошна бобових культур

| Найменування показника | Контроль | Хліб з 10 % дозуванням борошна з насіння люпину |
|---|---|---|
| Правильність форми | 8,0 | 8,8 |
| Забарвлення кірок | 7,6 | 8,1 |
| Стан поверхні кірки | 7,8 | 8,5 |
| Колір м’якуша | 7,0 | 9,0 |
| Структура пористості | 7,0 | 6,5 |
| Еластичність м’якуша | 9,0 | 9,5,0 |
| Аромат хліба | 8,0 | 8,5 |
| Смак хліба | 8,0 | 9,0 |
| Розжовування | 8,0 | 7,5 |
| Сума балів | 70,4 | 75,4 |

Встановлено, що комплексне використання 10 % дозування люпинового борошна дозволяє отримати хліб з пшеничного борошна вищого та першого сортів з інтенсивно забарвленою золотисто-коричневою скоринкою, без підривів та тріщин, тонкостінною рівномірною пористістю, гарною еластичністю, яскраво вираженим приємним ароматом і смаком.

Так показник загальної бальної оцінки дослідних зразків хліба з додаванням люпинового борошна виявився вищим порівняно з контролем.

На рисунку 4.1 представлений зовнішній вигляд хліба з пшеничного борошна першого ґатунку з люпиновим борошном із насіння люпину порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 4.9 – Результати дегустаційної оцінки пшеничного хліба із борошна першого сорту, приготованого з добавками люпинового борошна

| Найменування показника | Контроль | Хліб з 10 % дозуванням борошна з насіння люпину |
|---|---|---|
| Правильність форми | 8,4 | 9,0 |
| Забарвлення кірок | 7,8 | 8,8 |
| Стан поверхні кірки | 7,8 | 8,6 |
| Колір м’якуша | 8,0 | 9,2 |
| Структура пористості | 7,0 | 6,7 |
| Еластичність м’якуша | 9,0 | 9,5 |
| Аромат хліба | 8,5 | 9,0 |
| Смак хліба | 8,0 | 9,0 |
| Розжовування | 8,0 | 7,4 |
| Сума балів | 72,5 | 77,2 |

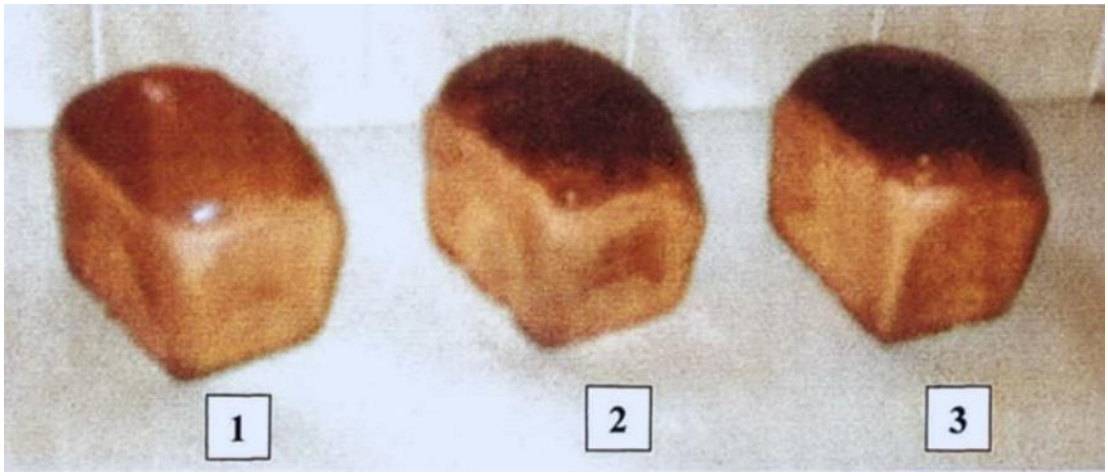



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд хліба пшеничного з борошна першого ґатунку
1 – контрольний зразок; 2 – хліб з 10 % дозуванням люпинового борошна

Як видно з представлених на рисунку 4.1 даних, використання люпинового борошна дозволяє отримати вироби з рум’яною скоринкою, гарним об’ємом.

Дозрілі зразки хліба мали приємний добре виражений смак, аромат, яскравіше забарвлення кірок. Це можна пояснити більш інтенсивним перебігом реакції меланоїдиноутворення внаслідок підвищення кількості амінокислот та відновлювальних цукрів у тісті порівняно з контролем за рахунок гідролізу полісахаридів та білків борошна та бобових.

Таким чином, доцільність використання добавок з люпинового борошна для отримання хліба, що перевищує за споживчими якостями контрольний зразок, очевидна.

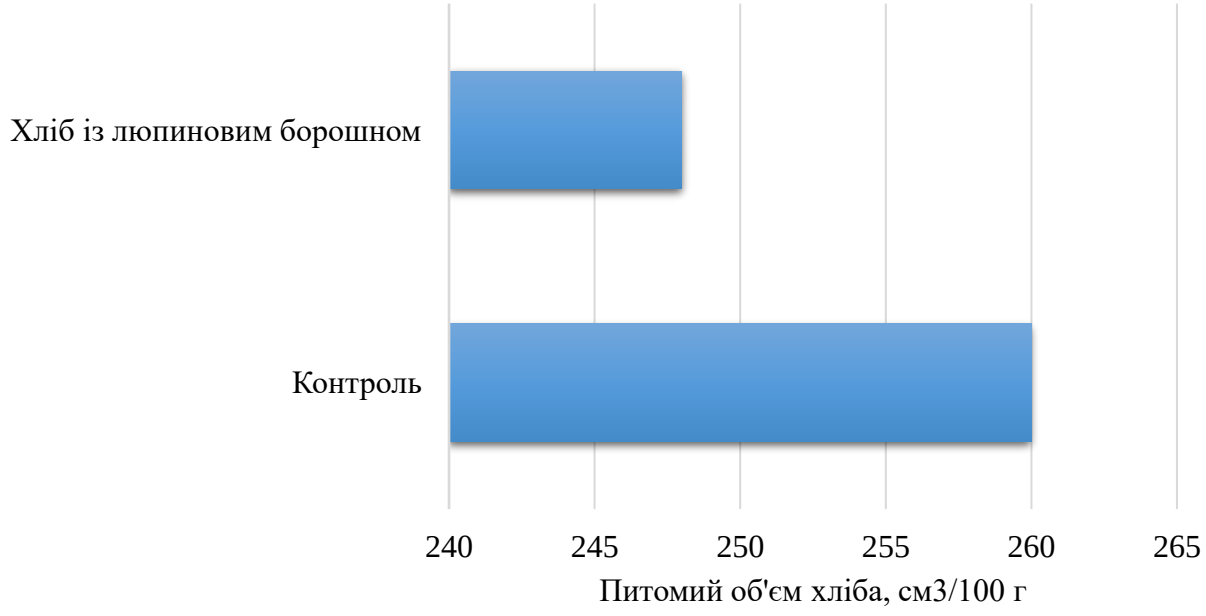
## 4.3 Фізико-хімічні показники якості пшеничного хліба

Основними фізико-хімічними показниками якості хліба є пористість, питомий обсяг, вологість, кислотність. Дослідження впливу люпинового борошна на фізико-хімічні показники якості хліба з борошна вищого ґатунку представлені в таблиці 4.10 та на рисунку 4.2.

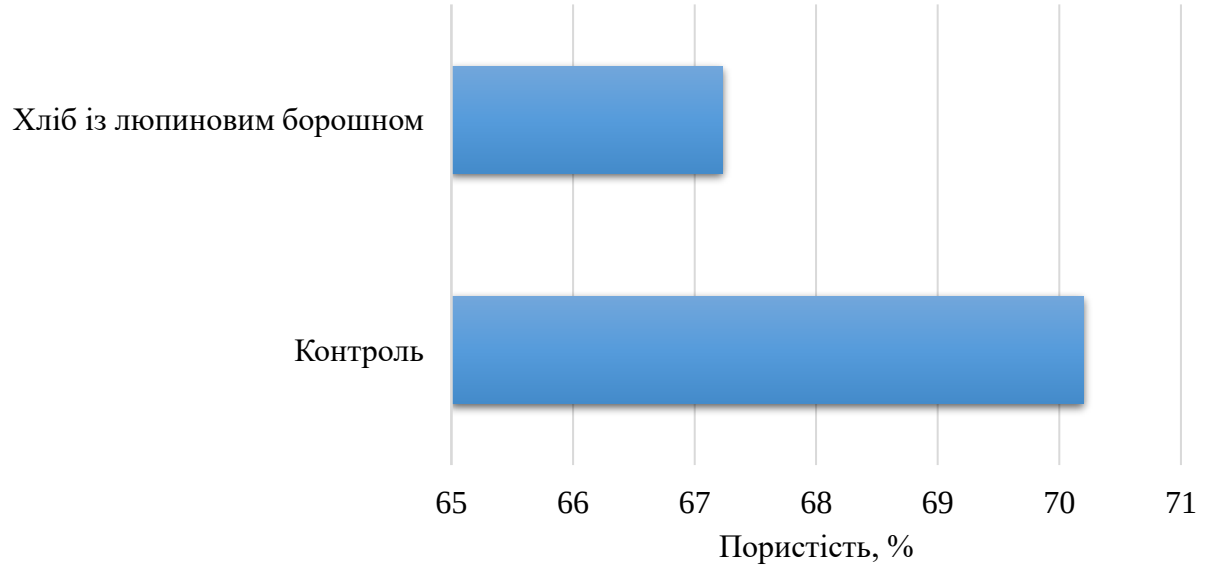
Аналіз отриманих результатів, представлених у таблицях 4.10 та 4.11 свідчить, що показники питомого об'єму та пористості у дослідних зразків хліба з борошна вищого ґатунку з люпиновим борошном нижче, ніж у зразка пшеничного хліба з борошна першого сорту з додаванням люпинового борошна.

Таблиця 4.10 – Фізико-хімічні показники якості хліба пшеничного із борошна першого сорту з 10 % дозуванням люпинового борошна

| Найменування зразка хліба | Пористість м'якуша, % | Питомий об'єм, $см^3/100г$ | Вологість м'якуша, % | Кислотність м'якуша, град. |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 70,20 | 260 | 43,0 | 3,0 |
| Хліб із люпиновим борошном | 67,23 | 248 | 42,6 | 4,4 |




а)




б)

Рисунок 4.2 – Вплив люпинового борошна на питомий об’єм (а) та пористість (б) пшеничного хліба з борошна першого сорту

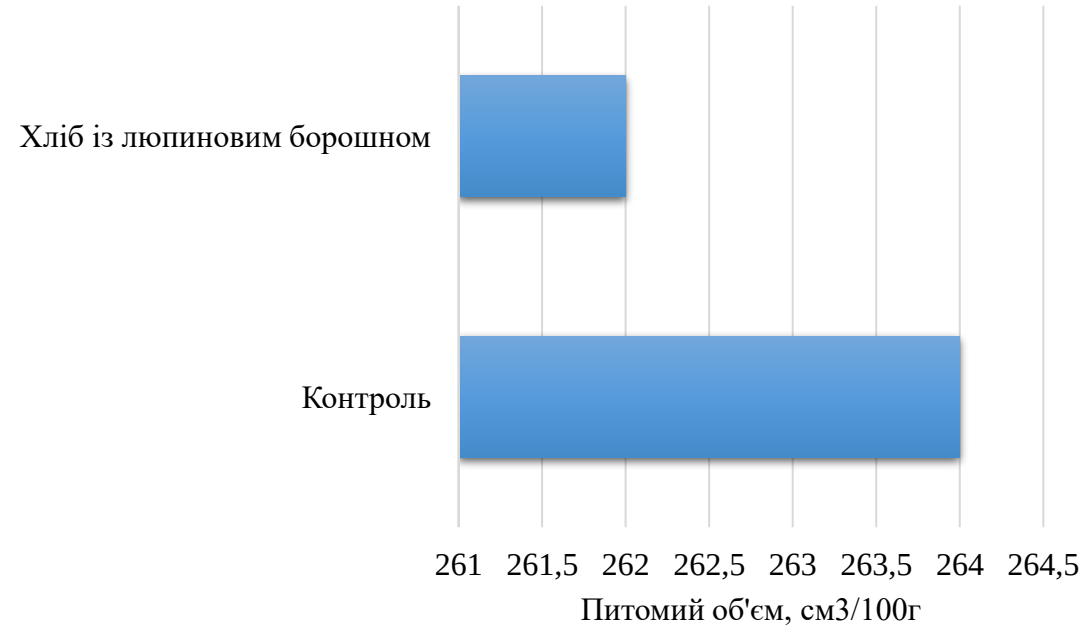
Краще збільшення питомого об’єму та пористості хліба спостерігається при додаванні люпинового борошна до зразка з борошном вищого сорту. Це, ймовірно, пояснюється утворенням та накопиченням низькомолекулярних речовин, зокрема редукційних цукрів, які забезпечують додаткове живлення для дріжджових клітин

під час бродіння. Крім того, використання люпинового борошна, яке багате на білки, цукри та мінеральні речовини, стимулює підвищення бродильної активності дріжджових клітин. Це, в свою чергу, посилює інтенсивність бродіння та газоутворення в тісті, що веде до збільшення питомого обсягу хліба та покращує пористість м'якуша.

Результати досліджень впливу люпинового борошна на фізико-хімічні показники якості хліба з борошна першого сорту представлені у таблиці 4.11 та на рисунку 4.3.

Таблиця 4.11 – Фізико-хімічні показники якості хліба пшеничного із борошна вищого сорту з 10 % дозуванням люпинового борошна.

| Найменування зразка | Пористість м'якуша, % | Питомий об'єм, $см^3/100г$ | Вологість м'якуша, % | Кислотність м'якуша, град. |
|---|---|---|---|---|
| Контроль | 71,30 | 264 | 43,5 | 3,5 |
| Хліб із люпиновим | 70,90 | 262 | 43,0 | 4,8 |




а)

б)

Рисунок 4.3 – Вплив люпинового борошна на питомий об’єм (а) і пористість (б) пшеничного хліба із борошна вищого сорту

Внесення добавок люпинового борошна дещо знижує вологість хліба та підвищує кислотність готових виробів.

Встановлено, що показники питомого обсягу та пористості дослідних зразків хліба з борошна першого сорту з люпиновим борошном виявилися дещо нижчимм, ніж у контрольного зразка, та вищими ніж у зразка з борошном вищого сорту. Однак, питомий обсяг хліба, приготованого з використанням люпинового борошна, знизився лише на 1,5 %, пористість – на 2 %, порівняно з контролем. Тому надалі було прийнято рішення проводити досліди з додаванням люпинового борошна до зразків з пшеничного борошна першого сорту.

## 4.4 Зміна якості пшеничного хліба у процесі зберігання

В роботі вивчали вплив добавок люпинового борошна на зміну якості хліба в процесі зберігання за показниками: вологість, крихкість, набухання м’якушу.

Дослідження якості проводили на прикладі хліба пшеничного з добавкою

люпинового борошна, так як цей зразок був кращим за всіма попередніми показниками, в процесі зберігання через 16, 24 та 48 годин у порівнянні з контрольним зразком. Отримані результати наведено на рисунках 4.4 – 4.6.

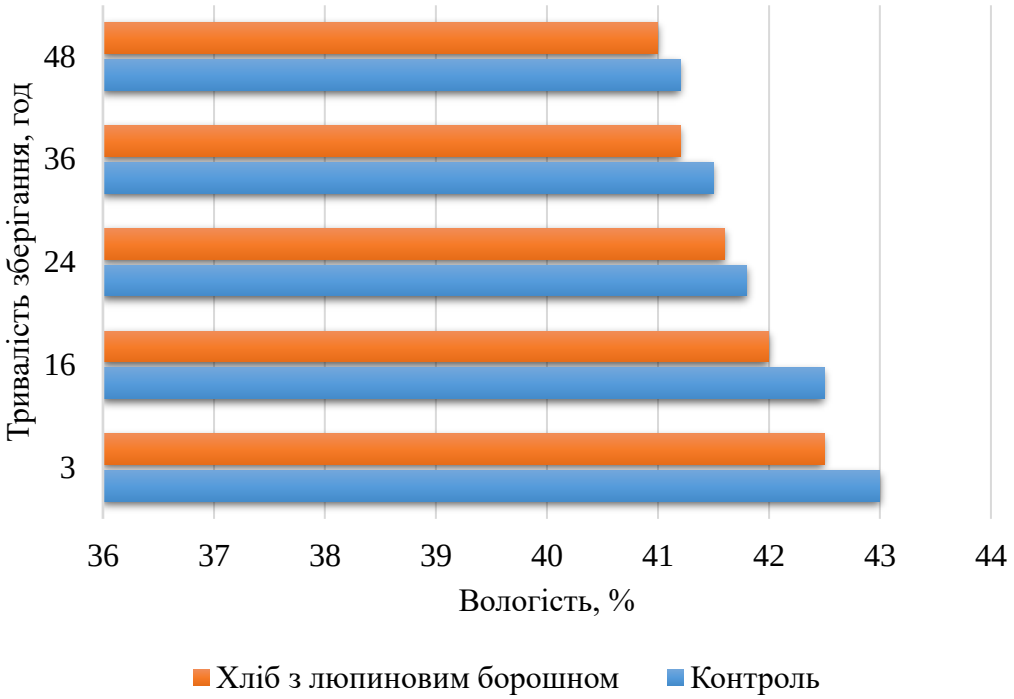



Рисунок 4.4 – Зміна вологості м’якуша хліба з борошна першого срту в процесі зберігання

Виявлено, що під час зберігання досліджуваних зразків хліба вологість м’якушів поступово зменшується, що свідчить про процес усихання хліба (рисунок 4.4). Результати визначення крихкості м’якуша хліба в процесі зберігання представлені на рисунку 4.5.

Встановлено, що при зберіганні протягом 48 годин крихкість м’якуша контрольного та дослідних зразків хліба підвищується. Крихкість контрольного зразка пшеничного хліба через 16 годин збільшується в 2,2 рази, через 24 години – у 2,7 рази, через 36 годин – у 3 рази, а через 48 годин зберігання – у 3,4 рази. Дослідні зразки хліба з люпиновим борошном черствіють швидше: крихкість м’якуша хліба через 16 годин підвищується в 2,5 рази, через 24 години – в 3,2 рази, через 36 годин – в 2,5, а через 48 годин зберігання – в 4,0 рази.

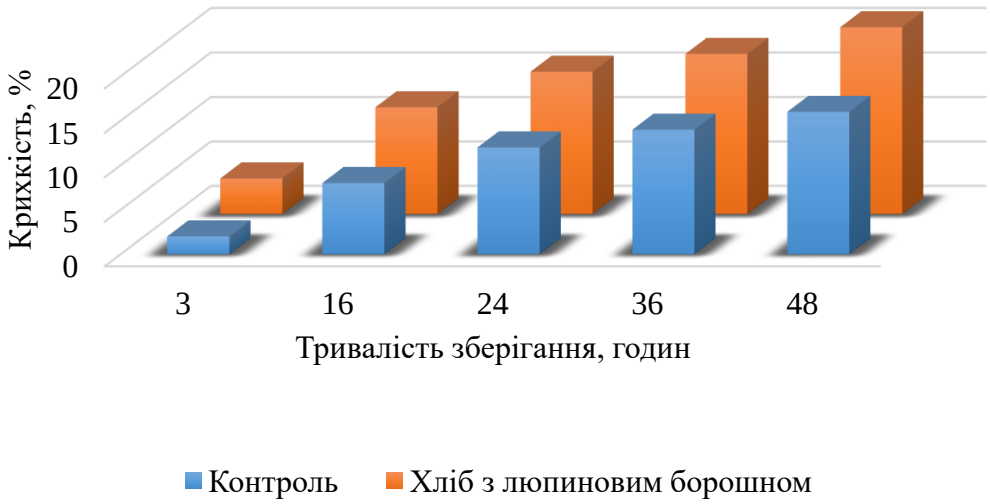



Рисунок 4.5 – Зміна крихкості м’якуша пшеничного хліба з борошна першого сорту в процесі зберіганні

На рисунку 4.6 представлені результати зміни набухання м’якуша пшеничного хліба з борошна вищого ґатунку в процесі зберігання.

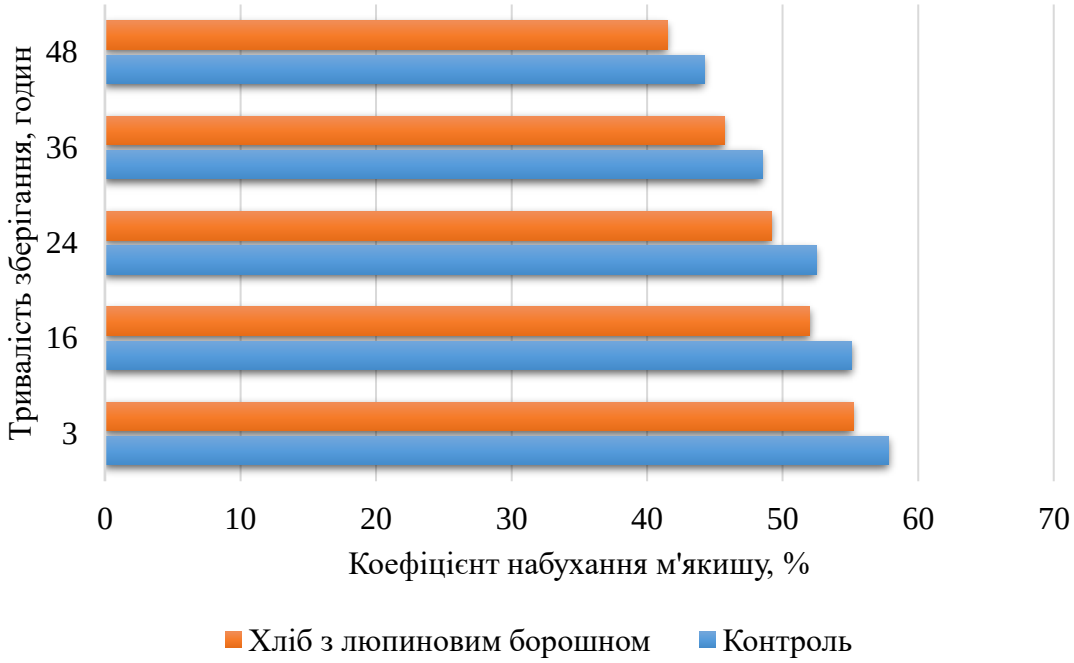



Рисунок 4.6 – Зміна набухання м’якуша пшеничного хліба з борошна першого ґатунку в процесі зберігання

Встановлено, що в міру зберігання набухання м’якуша контрольного та дослідних зразків хліба знижується. При цьому коефіцієнт набухання м’якуша контрольного зразка хліба зменшується в процесі зберігання на 4,5; 9,3; 16,4 та 23,5 % через 16, 24, 36 та 48 годин зберігання. У хлібові з добавкою люпинового борошна набухання м’якуша через 16, 24, 36 і 48 годин зберігання знижується на 5,8; 10,7; 17,4 і 24,8 %.

Отже, різниця між контрольним та дослідним зразками за показниками якості хліба в процесі зберігання є досить невеликою.

## 4.5 Харчова цінність пшеничного хліба

Харчова цінність відображає всю сукупність корисних властивостей харчового продукту, включаючи рівень задоволення фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергії, органолептичні характеристики та засвоюваність продукту. Вона характеризується хімічним складом продукту з урахуванням його споживання в стандартних кількостях. Відомо, що під час помолу пшениці в борошно значна частина вітамінів, мінеральних речовин та клітковини втрачається через видалення оболонок та алейронового шару зерна, що призводить до зниження харчової цінності готового хліба.

Для визначення харчової цінності пшеничного хліба проводили аналіз вмісту харчових речовин у 100 г хліба, виготовленого з борошна вищого та першого сортів з додаванням люпинового борошна. Результати представлені в таблиці 4.12.

Досліджено, що вміст білка в хлібові з борошна пшеничного першого ґатунку з добавками люпинового борошна порівняно з контролем підвищилось на 18,8 %; вміст жиру збільшився в 1,9 рази; кількість золи зросла на 15,9 %; вміст цукрів підвищився у 2,5 рази; кількість клітковини збільшилася у 3 рази; кількість крохмалю знизилася на 4 %; енергетична цінність хліба з додаванням люпинового борошна склала 226,9 ккал (контроль – 225,2 ккал).

Таблиця 4.12 – Харчова цінність хліба з додаванням люпинового борошна, на100 г продукту

| Показник | Контроль | Хліб з додаванням люпинового борошна |
|---|---|---|
| Білок, г | 7,70 | 9,38 |
| Жир, г | 0,78 | 1,52 |
| Вуглеводи, г: | | |
| - цукри | 0,18 | 0,66 |
| - крохмаль | 49,8 | 46,17 |
| - клітковина | 0,07 | 0,30 |
| Зола, г | 1,45 | 1,52 |
| Енергетична цінність, ккал | 225,2 | 226,9 |

У роботі розраховували відсоток задоволення потреб організму людини при добовій нормі споживання пшеничного хліба з борошна першого сорту з 10 % дозуванням люпинового борошна, для порівняння привели харчову цінність хліба з борошна вищого сорту. Результати розрахунку представлені у таблиці 4.13.

Норми добової потреби організму дорослої людини в: харчових речовинах, становлять: білки – 85 г; жири – 102 г, у тому числі рослинні – 30 г; засвоювані вуглеводи – 382 г, у тому числі моно- та дисахариди – 50 – 100 г; незасвоювані вуглеводи – 20 – 25 г, у тому числі клітковина та пектини – 10 – 15 г, кальцій – 800 мг, магній – 400 мг, фосфор – 1200 мг, залізо – 15 мг, марганець – 8 мг.

Встановлено, що споживання 200 г пшеничного хліба з борошна першого сорту з 10 % добавкою люпинового борошна забезпечує 22,01 % добової потреби організму в білку, 3,0 % – в жирах, зокрема 10,1 % – в рослинних жирах, 24,5 % – в засвоюваних вуглеводах, у 4 рази – в клітковині та 17,6 % – в мінеральних речовинах.

Таким чином, харчова цінність пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна значно вища за всіма показниками порівняно з хлібом з борошна вищого сорту.

Таблиця 4.13 – Вміст харчових речовин у хлібові пшеничному

| Харчова речовина | Добова потреба, г | Хліб із пшеничного борошна вищого ґатунку | | Хліб із пшеничного борошна 1/г із люпиновим борошном | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Містить речовини | % від добової норми | Містить речовини | % від добової норми |
| Білок, г | 85 | 7,70 | 18,10 | 9,38 | 22,01 |
| Жир, г, | 102 | 0,78 | 1,53 | 1,52 | 3,00 |
| в тому числі рослинні жири | 30 | 0,78 | 5,20 | 1,52 | 10,13 |
| Засвоювані вуглеводи, г, | 382 | 49,98 | 26,20 | 46,83 | 24,52 |
| у тому числі моно- та дисахариди | 50 – 100 | 0,18 | 0,36 - 0,72 | 0,66 | 1,32 – 2,64 |
| Незасвоювані вуглеводи, г, | 20 – 25 | 0,07 | 0,56 – 0,70 | 0,30 | 2,40 – 3,00 |
| у тому числі клітковина та пектини | 10 – 15 | 0,07 | 0,93 – 1,40 | 0,30 | 4,00 – 6,00 |
| Мінеральні елементи: | | | | | |
| кальцій, мг | 800 | 18 | 4,5 | 26 | 6,5 |
| магній, мг | 400 | 13 | 6,5 | 20 | 10,0 |
| фосфор, мг | 1200 | 70 | 11,7 | 96 | 16,0 |
| залізо, мг | 15 | 0,96 | 12,8 | 1,32 | 17,6 |
| марганець, мг | 8 | 0,49 | 12,3 | 0,58 | 14,5 |

Висновки за розділом

Вивчено вплив добавок люпинового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного борошна та якість пшеничного тіста та встановлено їх оптимальне дозування, яке склало 10 % до маси борошна пшеничного. Показано доцільність спільного використання борошна пшеничного першого та 10 % добавки

люпинового борошна.

Досліджено вплив люпинового борошна на фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості хліба. Встановлено, що найкращими показниками мали хліб з пшеничного борошна першого сорту з 10 % люпинового борошна.

Вивчено зміну якості нових видів хліба пшеничного з добавками люпинового борошна у процесі зберігання. Хліб з добавкою люпинового борошна зберігають гарну якість протягом 36 годин.

На підставі експериментальних даних визначено хімічний склад розроблених виробів. Використання люпинового борошна сприяє збагаченню пшеничного хліба білками, незамінними амінокислотами, мінеральними речовинами, вітамінами, харчовими волокнами. Встановлено, що вміст білка в хлібові підвищився на 22,01 %; кількість клітковини в дослідних зразках хліба збільшилася у 4 рази; а загальна кількість золи зросла на 15,9 %.

Внесення добавок люпинового борошна значно покращує мінеральний склад пшеничного хліба: підвищується вміст (в%): калію – на 37,0 %; фосфору – на 35 %; марганцю – на 9 %.

# 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## 5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна

Карта безпеки праці під час виробництва пшеничного хліба є інструкцією, яка забезпечує дотримання правил охорони праці на всіх етапах виробництва. Ця карта містить основні вимоги до безпеки на робочому місці, дії у випадку надзвичайних ситуацій та рекомендації для мінімізації виробничих ризиків. Приклад карти приведений на рисунку 5.1.

| **Карта безпеки праці під час виробництва пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна** | |
|---|---|
| 1 Загальні вимоги безпеки праці | Допуск до роботи: лише працівники, які пройшли інструктаж, навчання та медичний огляд.<br>Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодяг, взуття з неслизькою підошвою, головні убори, захисні рукавиці.<br>Організація робочого місця: чистота, відсутність сторонніх предметів та вільний доступ до обладнання.<br>Електробезпека: перевірка справності електрообладнання перед початком роботи.<br>Вентиляція: робочі приміщення мають бути оснащені системами вентиляції для уникнення пилу й перегріву. |
| 2 Основні етапи виробництва і вимоги безпеки | 2.1 Приймання та зберігання сировини:<br>- використовувати механізовані системи для транспортування муки та інших інгредієнтів;<br>- контролювати рівень пилу (муки) у повітрі, щоб уникнути вибухів і хвороб дихальної системи;<br>- забороняється ручне піднімання вантажів понад 15 кг для жінок і 30 кг для чоловіків.<br>2.2 Підготовка тіста:<br>- справність обладнання (тістомісильні машини, дозатори) перевіряється перед початком роботи;<br>- забороняється втручання в роботу машин без їх повної зупинки;<br>- використовувати захисні кожухи на всіх рухомих деталях обладнання.<br>2.3 Випікання хліба:<br>- справність духових шаф та печей має бути підтверджена відповідними перевірками;<br>- при відкриванні печей використовувати термостійкі рукавиці;<br>- контролювати рівень тепла і вентиляцію для запобігання перегріву робочої зони;<br>- забороняється перебування сторонніх осіб у зоні гарячого устаткування.<br>2.4 Упаковка і зберігання готової продукції:<br>- забезпечити ергономічну висоту для роботи пакувальників;<br>- забороняється блокування проходів між стелажами;<br>- стежити за справністю пакувальних машин та конвеєрів. |
| 3 Надзвичайні ситуації | Пожежа: використовувати вогнегасники (порошкові або вуглекислотні), евакуюватися за планом евакуації.<br>Ураження електрострумом: негайно відключити обладнання, надати першу допомогу та викликати медиків.<br>Травмування: надати першу медичну допомогу, повідомити керівника, викликати лікаря. |
| 4 Контроль і профілактика | Очищення робочих зон: прибирання муки та інших залишків після завершення зміни.<br>Психофізіологічний стан працівників: не допускати до роботи працівників у стані втоми або під дією алкоголю/наркотиків |
| 5 Додаткові заходи | Забезпечити достатній рівень освітлення на робочому місці.<br>Підтримувати належну вентиляцію для уникнення перегріву приміщень. |
| **Пам'ятка працівнику: Безпека праці – це твоя відповідальність! Дотримуйся правил, працюй безпечно!** | |

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

## 5.2 Шляхи утилізації відходів хлібобулочних виробництв

Хлібобулочне виробництво генерує різні типи відходів, які потребують відповідної утилізації для мінімізації впливу на навколишнє середовище та раціонального використання ресурсів. Основні відходи включають харчові (органічні), пакувальні матеріали, пил та технологічні відходи.

1. Класифікація відходів хлібобулочного виробництва.

Органічні відходи: залишки тіста та муки; бракована продукція (недопечений, згорілий хліб); непридатна для споживання продукція (черстві вироби).

Пилові відходи: борошняний пил від обладнання (змішувачі, розвантажувачі).

Пакувальні відходи: папір, картон, поліетиленова плівка, пластик.

Інші промислові відходи: очищення обладнання (застарілі мастила); відходи прибирання приміщень.

2. Схема утилізації відході.

2.1 Збір і сортування відходів.

Органічні відходи: збираються у спеціальні контейнери для органічного сміття, сортуються для подальшої обробки (подача на корм тваринам або компостування).

Пакувальні відходи: сортуються за матеріалами: папір, картон, поліетилен, пластик, тимчасове зберігання у відповідних контейнерах (за кольоровим маркуванням).

Пил і борошно: збирається пиловловлюючими системами на стадіях виробництва, утилізується у відповідності до санітарних норм.

Технічні відходи: мастильні матеріали збираються в окремі ємності, здаються ліцензованим підприємствам на утилізацію.

2.2 Переробка та повторне використання.

Органічні відходи: використання залишків тіста, черствого хліба як корм для тварин.

Компостування: органічні відходи переробляються на компост для сільськогосподарських потреб.

Пакувальні відходи: папір та картон відправляються на макулатуру для вторинної переробки.

Пластик та поліетилен: передаються на підприємства з переробки пластику.

Пилові відходи: утилізуються як органічне сміття або передаються на спеціалізовані підприємства для знешкодження.

Технічні відходи: передаються на спеціалізовані ліцензовані підприємства для утилізації (відпрацьовані мастила).

2.3 Захоронення або утилізація невідновлюваних відходів.

Відходи, що не підлягають переробці або повторному використанню, передаються на полігони захоронення промислових відходів відповідно до екологічних норм.

3. Моніторинг та контроль.

Ведення обліку: журнал обліку відходів з фіксацією обсягів і способів утилізації.

Періодичний контроль: перевірка відповідності процедур утилізації чинним екологічним стандартам.

Залучення підрядників: співпраця з ліцензованими підприємствами для утилізації специфічних відходів.

4. Переваги впровадження ефективної системи утилізації.

Зниження екологічного навантаження на довкілля.

Оптимізація витрат на утилізацію відходів.

Можливість додаткового доходу від вторинної сировини (макулатура, пластик).

Відповідність підприємства екологічним нормам і стандартам.

Утилізація відходів хлібобулочного виробництва є важливою складовою стійкого розвитку підприємства. Впровадження сучасних систем сортування, переробки та контролю дозволить мінімізувати втрати й негативний вплив на довкілля.

Висновки за розділом

Була розроблена карта безпеки для працівників цеху з виробництва пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна та визначені основні шляхи утилізації відходів які можуть виникати під час виробництва борошняних хлібобулочних і кондитерських виробів.

# 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

## 6.1 Організація проведення дослідження

Технологія виробництва пшеничного хліба з додаванням борошна бобових культур дасть змогу значно розширити асортимент хлібобулочних виробів, а також поліпшити їх якісні та фізико-хімічні показники.

Перелік робіт, який був розроблений у відповідності до тематики наукового дослідження представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

| Шифр робіт *i-j* | Найменування робіт | Тривалість робіт $t_{ij}$, днів |
|---|---|---|
| 1-2 | Робота над вибором напрямку досліджень | 1 |
| 2-3 | Літературний та патентний огляд | 7 |
| 3-4 | Розробка схеми проведення експериментів | 3 |
| 4-5 | Підбір та знайомство з методиками проведення наукових досліджень | 5 |
| 5-6 | Підготовка дослідних зразків ягідної сировини | 3 |
| 6-7 | Підготовка дослідного устаткування | 3 |
| 7-8 | Дослідження органолептичних показників добавок з вичавків винограду | 5 |
| 7-9 | Дослідження харчової цінності добавок з вичавків винограду | 6 |
| 7-10 | Удосконалення технологій виробництва хлібобулочних виробів | 8 |
| 7-11 | Дослідження показників якості хлібобулочних виробів | 8 |
| 8-12 | Робота над обробкою експериментальних даних | 1 |
| 9-12 | | 1 |
| 10-12 | | 1 |
| 11-12 | | 1 |
| 12-13 | Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення | 10 |
| Всього | | 63 |

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 63 дні.

6.2 Витрати, пов’язані з проведенням дослідження

Витрати, що виникають у процесі проведення дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них входять: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{6.1}$$

де $m_1$ – кількість витраченого і-го матеріалу;

$Ц_1$ – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

| Найменування, одиниці | Кількість | Ціна, грн | Сума, грн |
|---|---|---|---|
| Борошно пшеничне, кг | 10 | 20,00 | 200,00 |
| Борошно люпинове, кг | 1 | 1000,00 | 1000,00 |
| Дріжджі, упаковка | 1 | 15,00 | 15,00 |
| Всього | | | 1215,00 |

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада | Середньомісячний заробіток, грн. | Середньочасовий заробіток, грн. | Кількість людино-годин | Сума, грн. |
|---|---|---|---|---|
| Дипломний керівник | 8300 | 49,41 | 15 | 741,15 |
| Всього | | | | 741,15 |

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{741{,}15 \cdot 22}{100} = 163{,}05 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a,, \qquad (6.2)$$

де $M$ – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

$K$ – коефіцієнт використання потужності ($K = 0{,}9$);

$T$ – час роботи на установці, год;

$a$ – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на приготування тіста та випікання хліба:

$$E_1 = 3{,}2 \cdot 0{,}9 \cdot 48 \cdot 4{,}68 = 56{,}78 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_2 = 0{,}9 \cdot 0{,}9 \cdot 112 \cdot 4{,}68 = 424{,}57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{заг} = E_1 + E_2 = 56{,}78 + 424{,}57 = 481{,}35$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$A = \frac{Ф \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \qquad (6.3)$$

де $A$ – амортизаційні відрахування, грн.;

$Ф$ – вартість устаткування, грн.;

$H$ – річна норма амортизації, %;

$t$ – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

| Устаткування | Вартість, грн. | Річна норма амортизації, % | Тривалість роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн. |
|---|---|---|---|---|
| Хлібопіч автоматична | 6440,00 | 15 | 6 | 15,87 |
| Персональний комп'ютер | 21000,00 | 24 | 14 | 120,82 |
| Всього | | | | 136,69 |

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(741{,}15 \cdot 80)}{100} = 592{,}92 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

| Витрати | Сума, грн. |
|---|---|
| Основні матеріали | 1215,00 |
| Заробітна плата | 741,15 |
| Нарахування на заробітну плату | 163,05 |
| Електроенергія | 481,35 |
| Амортизація | 136,69 |
| Накладні витрати | 592,92 |
| Всього | 3330,16 |

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять витрати на основні матеріали і заробітна плата.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{6.4}$$

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

$C$ – розрахункові витрати дослідження, грн.;

$P$ – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 3330{,}16 + \frac{30 \cdot 3330{,}16}{100} = 4329{,}21 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 4329,21 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату які становлять 1215,00 грн 741,15 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4329,21 грн.

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження хімічного складу борошна горохового, квасолевого, сочевичного, люпинового, отриманого з насіння бобових культур показало, що вони є джерелом цінних поживних речовин: білка, мінеральних елементів, вітамінів, харчових волокон. Встановлено, що значна частина сухих речовин припадає на вуглеводний (крохмаль – 17,4 – 44,7 %, цукри – 1,6 – 6,7 %, клітковина – 3,8 – 7,2 %, пектин – 3,2 %) та білковий комплекси (23,2 – 33,4 %). За всіма показниками, борошно з люпину сорту Кристал, мало переваги серед інших видів борошна бобових культур.

Вивчено вплив добавок люпинового борошна на хлібопекарські властивості пшеничного борошна та якість пшеничного тіста та встановлено їх оптимальне дозування, яке склало 10 % до маси борошна пшеничного. Показано доцільність спільного використання борошна пшеничного першого та 10 % добавки люпинового борошна.

Досліджено вплив люпинового борошна на фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості хліба. Встановлено, що найкращими показниками мали хліб з пшеничного борошна першого сорту з 10 % люпинового борошна.

Вивчено зміну якості нових видів хліба пшеничного з добавками люпинового борошна у процесі зберігання. Хліб з добавкою люпинового борошна зберігають гарну якість протягом 36 годин.

На підставі експериментальних даних визначено хімічний склад розроблених виробів. Використання люпинового борошна сприяє збагаченню пшеничного хліба білками, незамінними амінокислотами, мінеральними речовинами, вітамінами, харчовими волокнами. Встановлено, що вміст білка в хлібові підвищився на 22,01 %; кількість клітковини в дослідних зразках хліба збільшилася у 4 рази; а загальна кількість золи зросла на 15,9 %.

Внесення добавок люпинового борошна значно покращує мінеральний склад пшеничного хліба: підвищується вміст (в%): калію – на 37,0 %; фосфору – на 35 %; марганцю – на 9 %.

Була розроблена карта безпеки для працівників цеху з виробництва пшеничного хліба з додаванням люпинового борошна та визначені основні шляхи утилізації відходів які можуть виникати під час виробництва борошняних хлібобулочних і кондитерських виробів.

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату які становлять 1215,00 грн 741,15 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4329,21 грн.

# БІБЛІОГРАФІЯ


1. Демидко О. Розширення асортименту хлібобулочних виробів оздоровчого спрямування / О. Демидко, Н. Шаповалова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: програма і матеріали 80-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10 – 11 квітня 2014 р. – Київ : НУХТ, 2014. – Ч. 1. – С. 145 – 146.

2. 2. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса. Видавництво: 2003, – 116 с.

3. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна – К.:НУХТ, 2009. – 52с

4. Назар М.І. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.16. Київ, 2018. 22 с.

5. Мітров Г.Г. Досвід, проблеми і перспективи світового та національного виробництва бездріжджових хлібобулочних виробів / Г.Г. Мітров, В.В. Лизак; наук. кер. Т.Є. Лебеденко // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів / Одес. нац. акад. харч. технологій; гол. ред. Б.В. Єгоров, заст. гол. ред. Л.В. Капрельянц, Н.М. Поварова, відп. ред. Г.М. Станкевич. Одеса: ОНАХТ, 2016. – с. 214 – 215 :

6. Kamiloglu, S., Ozkan, G., Isik, H., Horoz, O., Van Camp, J., & Capanoglu, E. (2017). Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model. Lwt, 77, 475 – 481.

7. Лисюк, Г. М., Олійник, С. Г., Самохвалова, О. В., & Кучерук, З. І. (2009). Нові технології хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів спеціального призначення. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (36 (1)), 114-117.

8. Вироби хлібобулочні для спеціального дієтичного споживання. Загальні технічні умови: ДСТУ – П 4588:2006. - [Чинний від 2006 - 01 -23]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006 – 27 с. - (Національні стандарти України).

9. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392

10. Alba, K., Campbell, G. M., & Kontogiorgos, V. (2019). Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(9), 4189-4199. https://doi.org/10.1002/jsfa.9633

11. Mitelut, A. C., Popa, E. E., Popescu, P. A., & Popa, M. E. (2021). Trends of innovation in bread and bakery production. Trends in wheat and bread making, 199-226. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00007-6

12. https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9108/1/gorbatuk_lo.pdf.

13. https://card-file.ontu.edu.ua/items/ae5f925a-9741-449a-9d75-a11c7e649dff.

14. https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a3982dab-9e5f-4dc4-882d-c9783fcc36af/content.

15. Akkozha, I. S., Iztayev, A., Iztayev, B. A., Mukhtarkhanova, R. B., & Yakiyayeva, M. A. (2023). Accelerated technology for bread preparation using activated water. Slovak Journal of Food Sciences, 17.

16. Shaimerdenova, D. A., Chakanova, Z. M., Iskakova, D. M., Sarbassova, G. T., Bekbolatova, M. B., & Yesmambetov, A. A. (2020). JT Effective method of grain processing using in grain bases for foods: Methods of grain bases' production. EurAsian Journal of BioSciences, 14(2).

17. Burluc R. M. Technology and quality control in bread making industry [Course notes]. Galati, Romania. 2007.

18. Haraszi R., Larroque O.R., Butow B.J., Gale K.R., Bekes F. Differential mixing action effects on functional properties and polymeric protein size distribution of wheat dough. Journal of Cereal Science, 2008, 47(1), 41. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.01.007.

19. Amjid M.R., Shehzad A., Hussain S., Shabbir M.A., Khan M.R., Shoaib M. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. Pakistan Journal of Food Science, 2013, 23(2), 105–123.

20. Apostol L., Belc N., Gaceu L., Vladut V., Oprea O.B. Chemical composition and

rheological parameters of Helianthus tuberosus flour used as a source of bioactive compounds in bakery. Revista de Chimie, 2019, 70(6), 2048–2053. https://doi.org/10.37358/RC.19.6.7273.

21. Oprea O.B., Apostol L., Bungau S., Cioca G., Samuel A.D., Badea M., Gaceu L. Researches on the chemical composition and the rheological properties of wheat and grape epicarp flour mixes. Revista de Chimie, 2018, 69(1), 70–75.

22. Travnicek P., Burg P., Krakowiak-Bal A., Junga P., Vitez T., Ziemianczyk U. Study of rheological behaviour of wines. International Agrophysics, 2016, 30(4), 509–518.

23. Sharoba A.M., El-Desouky A.I., Mahmoud M.H. Improving sensory and rheological properties of artificially sweetened papaya-apricot nectar with some hydrocolloids. Journal of Biological Chemistry and Environmental Sciences, 2009, 4(2), 363–381.

24. Smadi S., Popovici I., Cojocaru I., Braha S., Ochiuz L., Dorneanu O. Physico-chemical characterization, rheological behaviour and evaluation of antifungal activity of propiconazole nitrate gels. Materiale Plastice, 2009, 46(1), 83–90.

25. Mancini M., Moresi M. Rheological behaviour of baker's yeast suspensions. Journal of Food Engineering, 2000, 44(3), 225–231.

26. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

27. Башта А.О. Для виробництва оздоровчих продуктів. Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі, 213.

28. Башта А. Скорцонера-перспективна інуліновмісна сировина для виробництва оздоровчих продуктів. Інноваційні технології в готельноресторанному бізнесі: 19 – 20.

29. Пахомська О.В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 2019, 25, № 2: 276 – 283.

30. Патент на корисну модель № 86853, МПК (2014.01) A21D 8/00. Ж Спосіб отримання хлібобулочних виробів профілактичного призначення / О. В. Бортнічук, В. Ф. Доценко, А. В. Гавриш; заявник – Національний університет харчових технологій. – № u201309456; заявл. 29.07.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.

31. Губеня В.О. Технологія хлібобулочних виробів антианемічного призначення для закладів ресторанного господарства : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Губеня Вячеслав Олександрович ; НУХТ. – К., 2017. – 23 с.

32. Nemtanu M.R., Brasoveanu M., Martin D., Manaila E., Iovu H., Dinescu A. Physicochemical and structural characterization of corn starch modified by combined electron beam with microwave treatment. Materiale Plastice, 2009, 46(4), 413–418.

33. Abdelrahman R., Ahmed M.I., Mohammed I., Senge B. Oscillation measurements and creep test of bread prepared from wheat-lupin flours and wheat-lupin fibre dough blends. Annual Transactions of the Nordic Rheology Society, 2012, 20, 145.

34. Ulrici A., Vigni M.L., Durante C., Foca G., Belloni P., Brettagna B., de Marco T., Cocchi M. At line monitoring of the leavening process in industrial bread making by near infrared spectroscopy. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 2008, 16(3), 223–231. https://doi.org/10.1255/JNIRS.781.

35. Yazar G., Demirkesen I. Linear and non-linear rheological properties of gluten-free dough systems probed by fundamental methods. Food Engineering Reviews, 2022, 15(1), 56–85. https://doi.org/10.1007/S12393-022-09321-3.