

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

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

до дипломної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва хліба із  
пророслого зерна пшениці з метою його  
збагачення біологічно активними речовинами**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгХТз-1-19  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Суворов Руслан Васильович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Ковальова Олена Сергіївна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Ніякий Віталій Вікторович

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Суворову Руслану Васильовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування технології виробництва хліба із пророслого зерна пшениці з метою його збагачення біологічно активними речовинами».

Керівник роботи Ковальова Олена Сергіївна, кандидат технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» листопада 2020 року № 2956.

2. Строк подання студентом роботи 12 лютого 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва солоду та борошняних виробів з додаванням солоду. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Об'єкти і методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Визначення показників харчової цінності готових виробів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Структурна схема проведення досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Визначення показників харчової цінності готових виробів. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1 – 4  | Ковальова О.С., доцент                    | 25.11.2020     | 12.02.2021       |
| 5      | Кравець В.В., доцент                      | 25.11.2020     | 12.02.2021       |
| 6      | Павленко О.С., доцент                     | 25.11.2020     | 12.02.2021       |

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2020 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи                           | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ   | 21.09-30.09.20                | виконано |
| 2     | Огляд літературних джерел                               | 01.10-11.10.20                | виконано |
| 3     | Об'єкти і методи досліджень                             | 12.10-25.10.20                | виконано |
| 4     | Дослідна частина  | 26.10-30.11.20                | виконано |
| 5     | Визначення показників харчової цінності готових виробів | 01.12-15.12.20                | виконано |
| 6     | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях       | 16.12-25.12.20                | виконано |
| 7     | Організаційно-економічна частина                        | 01.02-05.02.21                | виконано |
| 8     | Загальні висновки та список джерел посилання            | 06.02-11.02.21                | виконано |
| 9     | Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу       | 12.02.2021                    | виконано |

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Суворов Р.В.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Ковальова О.С.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 110 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків та ілюстрацій, 22 таблиці та використано 61 літературне джерело посилань.

Мета досліджень базується на розробці і обґрунтування і науково-практичних рекомендацій щодо організації технологічного процесу приготування хліба з пророслого зерна пшениці.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хліба із пророслого зерна пшениці з поліпшеними фізико-хімічними показниками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних процесів прискореного пророщення зерна та з якісними показниками готового продукту.

Перспективним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів є виробництво хліба з цілого зерна пшениці, в якому раціонально використовуються всі поживні речовини, закладені в зерно природою. Зерновий хліб є найважливішим джерелом харчових волокон, вітамінів, мікроелементів, амінокислот. За харчовою та біологічною цінністю цей хліб перевершує всі традиційні сорти хліба, особливо випечені з борошна вищих сортів. Найбільшу цінність представляє хліб з пророслого зерна пшениці, так як при проростанні зерна важко засвоювані з'єднання переходять в більш прості, утворюється додаткова кількість вітамінів, амінокислот, мінеральних речовин, легкозасвоювані вуглеводи. Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту. Вживання такого хліба сприятливо позначається на життєвому тонусі людей, які ведуть активний спосіб життя.

Ключові слова: ХЛІБ, ПШЕНИЦЯ, ПРОРОЩЕННЯ, ХАРЧОВІ ВОЛОКНА, ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ОБРОБКА, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП   | 8  |
| 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ   | 10 |
| 1.1 Основні аспекти харчової цінності зернового хліба   | 10 |
| 1.2 Зміна технологічних властивостей зерна пшениці при проростанні  | 18 |
| 1.3 Аналіз існуючих технологій зернового хліба  | 25 |
| Висновки до розділу   | 30 |
| 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ   | 32 |
| 2.1 Організація роботи та структура досліджу  | 32 |
| 2.2 Об'єкти досліджень  | 33 |
| 2.3 Методи досліджень   | 35 |
| 2.3.1 Методи дослідження якості та безпеки сировини   | 35 |
| 2.3.2 Методи дослідження властивостей тіста   | 35 |
| 2.3.3 Методи оцінки якості хліба  | 37 |
| Висновки до розділу   | 37 |
| 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА  | 38 |
| 3.1 Дослідження впливу комплексних ферментних препаратів і світлового опромінення на тривалість проростання зерна пшениці при замочуванні | 38 |
| 3.1.1 Визначення якісних показників зерна пшениці   | 39 |
| 3.1.2 Визначення тривалості пророщування зерна пшениці  | 41 |
| 3.2 Мікробіологічна забрудненість зерна пшениці   | 43 |
| 3.3 Розробка інноваційної технології хліба з пророслого зерна пшениці   | 45 |
| 3.3.1 Рецепттура і режими приготування хліба з пророслого зерна пшениці за прискореною технологією  | 46 |
| 3.3.1.1 Дослідження впливу дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на властивості тіста                          | 48 |
| 3.3.1.2 Дослідження дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на показники якості зернового хліба                  | 51 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 3.3.2   | Рецептура і режими приготування хліба із суміші пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту   | 56  |
| 3.3.2.1 | Дослідження впливу співвідношення диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на властивості тіста | 58  |
| 3.3.2.2 | Дослідження впливу співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на показники якості хліба       | 64  |
|         | Висновки до розділу   | 70  |
| 4       | ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА З ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ  | 71  |
| 4.1     | Визначення амінокислотного складу білка в досліджуваних зразках хліба   | 75  |
| 4.2     | Визначення мінерального складу досліджуваних зразків хліба  | 78  |
|         | Висновки до розділу   | 81  |
| 5       | ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ   | 82  |
| 5.1     | Дослідження та оцінка стану з охорони праці в ТОВ «ЮОНА-ГРУП»   | 82  |
| 5.2     | Рекомендації щодо покращення стану охорони праці  | 85  |
| 5.3     | Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з електродуховою шафою   | 86  |
| 5.4     | Розрахунок штучного освітлення виробничо-технологічної лабораторії ТОВ «ЮОНА ГРУП»  | 88  |
| 5.5     | Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі  | 91  |
|         | Висновки по розділу   | 92  |
| 6       | ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА  | 93  |
| 6.1     | Організація проведення дослідження  | 93  |
| 6.2     | Витрати, пов'язані з проведенням дослідження  | 98  |
| 6.3     | Розрахунок вартості дослідження   | 101 |
|         | Висновки до розділу   | 102 |
|         | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ   | 103 |

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ  
ДОДАТКИ

105

## ВСТУП

Розробка і впровадження у виробництво конкурентоспроможних принципово нових технологій з метою розширення асортименту хлібобулочних виробів, є одним з магістральних напрямків у справі прискорення науково-технічного прогресу в області хлібопечення. Перспективним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів є виробництво хліба з цілого зерна пшениці, в якому раціонально використовуються всі поживні речовини, закладені в зерно природою. Зерновий хліб є найважливішим джерелом харчових волокон, вітамінів, мікроелементів, амінокислот. За харчовою та біологічною цінністю цей хліб перевершує всі традиційні сорти хліба, особливо випечені з борошна вищих сортів. Найбільшу цінність представляє хліб з пророслого зерна пшениці, так як при проростанні зерна важко засвоювані з'єднання переходять в більш прості, утворюється додаткова кількість вітамінів, амінокислот, мінеральних речовин, легкозасвоювані вуглеводи. Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту. Вживання такого хліба сприятливо позначається на життєвому тонусі людей, які ведуть активний спосіб життя.

Зростання виробництва і розширення асортименту зернового хліба свідчить про перспективність розвитку цього напрямлення. Головна особливість технології хліба з пророслого зерна пшениці, на відміну від традиційних способів приготування, полягає в підготовці зерна є найбільш тривалим етапом. При виробництві хліба з пророслого зерна пшениці виникає проблема забезпечення його мікробіологічною і екологічною безпекою. Активація ферментативного комплексу при пророщуванні є причиною отримання виробів низької якості за фізико-хімічними показниками. Тому велике значення має скорочення попередньої підготовки і підвищення безпеки зерна, поліпшення якості хліба.



Однак, у зв'язку з відсутністю наукового обґрунтування технології виробництва хліба з пророслого зерна пшениці, потрібне серйозне доопрацювання.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень базується на розробці і обґрунтування і науково-практичних рекомендацій щодо організації технологічного процесу приготування хліба з пророслого зерна пшениці.

Для реалізації поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- розробити інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці з поліпшеними фізико-хімічними показниками;
- розробити способи прискорення процесу пророщування зерна пшениці;
- запропонувати способи підвищення мікробіологічної безпеки хліба з пророслого зерна пшениці;
- визначити показники харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «ЮОНА ГРУП»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хліба із пророслого зерна пшениці з поліпшеними фізико-хімічними показниками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних процесів прискореного пророщення зерна та з якісними показниками готового продукту.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Основні аспекти харчової цінності зернового хліба

В даний час дієтологами поставлена задача, розробити такий хліб, який би володів максимальною збалансованістю найважливіших компонентів при мінімальній калорійності. Проблема збагачення хліба з метою підвищення його біологічної та харчової цінності інтенсивно розробляється в багатьох країнах світу. Вона є актуальною, оскільки хлібобулочні виробни, незважаючи на деяке зниження їх споживання в найбільш розвинених країнах, займають значне місце в харчуванні людини [58].

При поліпшенні харчової цінності існуючих сортів хліба і розробці нових необхідно забезпечувати підвищення вмісту в хлібі найважливіших харчових речовин і ступеня їх збалансованості, зниження його енергетичної цінності. Оскільки хліб є продуктом щоденного споживання, підвищення біологічної цінності білків хліба, збільшення їх засвоюваності, рівносильні збільшенню хлібних ресурсів країни. Проблема харчової цінності хліба набуває особливої гостроти в ті періоди, коли скорочується споживання продуктів тваринного походження і відносно зростає роль зернових продуктів, в першу чергу хліба [2, 17, 48].

Харчова цінність хліба, як і будь-якого харчового продукту, визначається в першу чергу його калорійністю, засвоюваністю, вмістом у ньому додаткових факторів харчування: вітамінів, мінеральних речовин і незамінних амінокислот. Однак було б зовсім неправильно оцінювати цінність хліба лише тільки з точки зору його хімічного складу, не беручи до уваги такі властивості, як смак, аромат, пористість м'якушки і зовнішній вигляд хліба. Смак і аромат хлібобулочних виробів залежать від складу і властивостей використаної сировини і від процесів, що відбуваються в тісті при випічці, умов зберігання сировини та готових виробів [31]. Недоліком хліба на основі цільного зерна є специфічні органолептичні властивості, щільність текстури, низькі смакові якості, що відрізняють його від

традиційних сортів хліба, що є чинником, що знижує об'єм масового споживання [16, 47].

Незважаючи на це, зерновий хліб викликає все більший інтерес у пекарів і у покупців, оскільки ринок ще недостатньо насичений цим продуктом, населення, в міру зростання рівня життя і освіченості, стало уважніше ставитися до свого здоров'я, і цей продукт вже не потребує потужної рекламної підтримки.

За даними дієтологів в Україні за рахунок хліба людина отримує 37 % загальної калорійності раціону харчування, задовольняється близько 30 % загальної потреби в білках, в тому числі в білках рослинного походження [5].

В результаті очищення харчових продуктів від рослинних волокон виникли «хвороби цивілізації»: атеросклероз, ішемічна хвороба серця, зниження перистальтики кишківника, ожиріння, цукровий діабет та ін. Нестача в харчуванні харчових волокон сприяє зменшенню опору організму впливу навколишнього середовища [37].

З огляду на ситуацію в Україні екологічної та економічної обстановки, необхідно розробляти нові підходи у вирішенні проблеми підвищення харчової цінності хліба.

При традиційному розмелі зерна пшениці з нього видаляються цінні компоненти, які містяться в периферійних частинах зародку (від ендосперму відокремлюються оболонки, алейроновий шар). У результаті в кінцевому продукті міститься незначна кількість вітамінів, білкових речовин, мінералів, різко скорочується кількість важливих для здоров'я баластних речовин в рафінованих харчових продуктах [1]. Мінеральні речовини, як і вітаміни, сконцентровані в оболонці зерна і при звичайному помелі в значній мірі видаляються. Так з 28 життєво важливих елементів пшениці 9 зникають зовсім. Серед них антиканцерогенний селен, кровотворний ванадій і титан, так і інших залишаються крихти: кальцію – 19 мг від 60 мг; заліза – 1,86 від 5,38 мг; марганцю – 0,86 від 3,86 мг і т.д. Тоді як калорійність зростає. При очищенні зерна біле борошно втрачає: золи – 78 %; кальцію – 60 %; фосфатів – 71 %; магнію – 85 %; хрому – 40 %; марганцю – 86 %; заліза – 70 %; кобальту – 89 %;

міді – 68 %; цинку – 78 %; молібдену – 48 %; селену – 16 %; вітаміну В<sub>6</sub> – 71 %. За даними західноєвропейських вчених, борошно високих сортів у порівнянні з борошном з цільнозмеленого зерна втрачає близько 2/3 вітаміну В<sub>2</sub>, понад 80 % вітаміну В<sub>1</sub> і РР, повністю видаляється вітамін Е, більш 3/4 заліза, міді, марганцю та калію, близько половини магнію. Для їх збереження раціонально використання зерна у вигляді крупки, пластівців, або у вигляді попередньо замочених зерен. Необхідно відзначити, що обойне борошно (96 % виходу) також практично не відрізняється за хімічним складом від цілого зерна [51].

Перспективними напрямками організації виробництва нових сортів хліба, що містять всі морфологічні частини зерна, є: 1) вироблення хліба з цільнозмеленого і пророслого зерна для підвищення харчової цінності; 2) виготовлення хлібобулочних виробів на основі композиційних сумішей високосортного борошна і висівок (тобто додавання окремих морфологічних частин зерна до борошна сортового помелу); 3) виробництво хліба з використанням зерна, що пройшло спеціальну обробку (механічну, гідротермічну, біохімічну) для підвищення перетравлюваності речовин, що містяться в ньому.

Хліб з цілого зерна пшениці в даний час користується великою популярністю серед населення промислово розвинених країн. Пророслі зерна пшениці та їх екстракти рекомендуються дієтологами для дієтичного і лікувального харчування, так як екстракти володіють бактерицидними властивостями, мають високу біологічну активність, сприяють поліпшенню травлення, евакуаторної функції кишківника, оптимізують обмін речовин, стабілізують нервову систему, стимулюють, підвищують фізичну працездатність. При регулярному, його вживанні організм очищається від шлаків, канцерогенів і токсичних речовин, виводиться надлишок холестерину, поліпшується стан серцево-судинної системи, знижується маса тіла [17].

Багатий баластними речовинами хліб з пророслого зерна – необхідна складова раціонального харчування населення. Він надає не тільки позитивний фізіологічний вплив на травлення, але і є більш корисним з точки зору попередження карієсу, в меншій мірі стимулює секрецію інсуліну і знижує рівень

тригліцеридів в крові [14]. У хлібі з пророслого зерна потреба в токоферолах, що беруть участь в обміні білка і позитивно впливають на діяльність ендокринних залоз і сечогінної системи, задовольняється, на 80 – 90 %. Вітамін РР, що концентрується оболонках і зародку, протидіє стомлюваності, слабкості, захворюванню шкіри при включенні в дієту хліба з цільнозмеленого зерна. Хліб отриманий з цільнозмеленого пророслого зерна також має високу харчову цінність, при проростанні зерна відбувається розщеплення складних запасних речовин на більш прості (через сильне збільшення активності ферментів), що легше розчинні, легше засвоюються організмом людини [49]. Розроблені нові технології будуть сприяти забезпеченню організму людини вкрай необхідними харчовими волокнами і попередженню появи тих чи інших хвороб. Харчові волокна – це комплекс, що складається з полісахаридів (пектинових речовин, геміцелюлози, целюлози), а також лігніну і пов'язаних з ними білкових речовин, формуючих клітинні стінки рослин. Присутність первинних і вторинних груп (целюлоза, геміцелюлоза), фенольних (лігнін), карбоксильних (геміцелюлоза, пектинові речовини) з'єднань обумовлює фізико-хімічні властивості харчових волокон (водуутримуюча здатність, іонообмінні та радіопротекторні властивості, сорбція жовчних кислот). Фізіологічні властивості харчових волокон – це зв'язування води, вплив на кількісний і видовий склад мікрофлори кишківника, зв'язування і виведення радіонуклідів, жовчних кислот, холестерину і ксенобіотиків, уповільнення гідролізу вуглеводів, нормалізація проходження хімусу по кишечнику. Недолік в раціоні харчових волокон призводить до цукрового діабету, атеросклерозу, ішемічної хвороби серця, захворювання кишківника, ожиріння, злоякісних утворень. При цьому необхідно відмітити, що, на думку багатьох вчених тривале і надмірне вживання харчових волокон швидше шкідливо, ніж корисно, так як може привести до розладу травлення, недостатнього перетравлювання їжі, порушення всмоктування в кишечнику жиророзчинних вітамінів, макро- і мікроелементів [49, 55].

Позитивний вплив на організм людини хліба з цілого і пророслого зерна досягається: 1) збереження в хлібі периферійних шарів зерна – насінної оболонки

і алейронового шару, багатих біологічно активними речовинами (повноцінними білками, жиром, мінеральними речовинами, харчовими волокнами), удається при сортових помелах; 2) виключення з підготовки зерна на шляху до замішування тіста інтенсивних механічних впливів при розмелі на млинзаводі, і заміна цього негативного технологічного етапу диспергуванням на спеціально створеній машині, яка забезпечує нерушимість природної цілісності – морфології, анатомії і структури зерна; 3) збереження зародка неушкодженим з усіма цінними біологічно активними речовинами і збільшенням їх концентрації в результаті його пророщування [61].

Хліб і хлібобулочні вироби містять 5 – 12 % білка. Значне споживання цих продуктів жителями нашої країни несе вагомий внесок у забезпечення людини білком. Однак білок хлібобулочних виробів дефіцитний по ряду амінокислот і не є достатньо повноцінним. До того ж погана засвоюваність рослинних білків пояснюється в значній мірі вмістом клітковини, яка знижує засвоюваність і інших компонентів їжі.

Хлібобулочні вироби є важливим джерелом задоволення потреби дорослої людини у вуглеводах, так як на їх частку припадає 80 % сухих речовин хліба. У хлібі зазвичай на одну частину білка доводиться 6 – 7 частин вуглеводів, тоді як оптимальне співвідношення білків і вуглеводів в харчових продуктах дорівнює 1:4 [49]. Хліб містить як засвоювані, так і незасвоювані вуглеводи. Клітковина в тонкому кишечнику майже не засвоюється, але нормальне травлення без неї практично неможливо. Клітковина, також як і геміцелюлоза, і в меншій мірі пектин створює сприятливі умови для нормального проходження їжі по шлунково-кишковому тракту. Клітковина і пектин мають здатність зв'язувати деякі вітаміни і мікроелементи. Наприклад, залізо з рослинних продуктів засвоюється в 2 – 3 рази гірше, ніж з тваринних [9]. Потреба у вуглеводах за рахунок хлібобулочних виробів покривається на: в крохмалі та декстринах – 41 %; в баластних речовинах – 57,2 %; в моно- і дисахаридах – на 17,4 %.

Мінеральні елементи відносяться до життєво важливих компонентів харчування, що забезпечує розвиток і нормальне функціонування організму

людини, хоча вони і не мають енергетичну цінність. Мінеральні речовини виконують пластичні функції в процесах життєдіяльності, беруть участь в обміні речовин. Калій, фосфор і магній забезпечують будову і нормальний стан кісткових тканин скелета; фтор – потрібен для стійкості емалі зубів до карієсу; залізо і мідь виконують роль переносників кисню; натрій і калій підтримують нормальну осмотичну середу клітин в крові; хлор необхідний для утворення травних соків; нестача йоду у воді та їжі викликає захворювання щитовидної залози. Засвоюваність кальцію залежить від вмісту фосфору (оптимальне співвідношення 1:2). За рахунок хлібобулочних виробів потреба в кальції покривається на 11,5 %, у фосфорі на 45,6 %, в магнії на 43,1 % [9].

Значення вітамінів для організму людини дуже велике, оскільки вони необхідні для нормального перебігу біохімічних реакцій, засвоєння інших харчових речовин, росту і відновлення клітин і тканин організму. Вітамінний дефіцит різко підсилює негативний вплив на організм людини шкідливих екологічних умов, підвищеного радіаційного фону, збільшує зростання числа онкологічних захворювань і генетичних порушень. Нестача вітамінів знижує опірність простудним, інфекційним захворюванням, посилює негативний вплив на організм шкідливих впливів, ускладнює перебіг різних хвороб, перешкоджає їх успішному лікуванню, сприяє підвищеній втомлюваності дітей, нервозності, поганій концентрації уваги, а також відставанню у фізичному розвитку. Зерно і продукти його переробки є основним джерелом вітамінів групи В. Передозування вітамінами групи В неможливе, так як вони водорозчинні і при надлишку виводяться природним шляхом. Вживання хліба на одну чверть покриває потребу у вітаміні В<sub>3</sub>, а в вітаміні В<sub>2</sub> на 18,7 %. Хліб містить вітаміни: Е, який зміцнює імунну систему, оберігає мембрани клітин від пошкодження; РР, допомагає підтриманню здорової шкіри і необхідний для перетворення їжі в енергію [59].

Існує кілька напрямків підвищення харчової цінності хліба: внесення різних добавок рослинного походження, а також продуктів життєдіяльності різних мікроорганізмів; внесення синтетичних речовин; підвищення виходів борошна з метою включення в нього по можливості всіх частин алейронового шару і

зародка, найбільш багатих мінеральними речовинами, вітамінами, білками і клітковиною. Серед добавок рослинного походження перевага в основному віддається продуктам, які добувають з анатомічних частин зерна [43].

Висівки, що входять до складу хліба, а також алейроновий шар з великими труднощами піддаються дії травних соків. Висівки містять велику кількість білка (масова частка 16 – 20 %), жиру (до 54 %), вуглеводів (до 70 %). Амінокислотний склад білків висівок (в % від загального азоту) становить: аргініну – 7,5; цистину – цистеїну – 1,5; гистидину – 1,7; аланіну – 2,4; треоніну – 2,8; триптофану – 1,8-і валіну – 4,1 [49]. Засвоюваність висівок підвищують попередньою обробкою і потім додаванням їх до борошна вищих сортів. Висівки можна замочувати в 1 % -ому розчині повареної солі і подрібнювати на спеціальних вальцях. Потім їх висушують повторно подрібнюють. Можна обробляти висівки гідротермічним способом [36]. Дозування висівок в тісті становить від 7 до 15 % до маси борошна в ньому. Висівки можна обробляти ферментними препаратами, які переводять їх в стан більш доступний для перетравлення. Недостатня обробка висівок і використання отрутохімікатів при вирощуванні культур сприяє накопиченню токсичних речовин [58].

Для підвищення харчової цінності хліба рекомендують додавати в борошно натуральні продукти, що містять значну кількість вітамінів, мінеральних речовин і білків. До таких добавок відносяться ізоляти дріжджів, соєве борошно, зародки пшениці і кукурудзи, жита, харчові макухи, білкові ізоляти насіння олійних і бобових культур, яблучні порошки, порошки з морських водоростей і ін. Дріжджі і дріжджові ізоляти цінні тим, що містять багато білка (50 – 60 % по сухій речовині) і вітамінів групи В.

Для збагачення хліба рекомендують використовувати зародки злаків (пшениці, жита та кукурудзи) з великим вмістом цінного білка, жирних кислот, вітамінів Е і групи В, а також суху неденатуровану клейковину [55]. Зародок багатий цінними речовинами. Альбуміни зародка містять незамінні амінокислоти (в % від загального азоту): аргінін – 5,94, цистин – 2,83, лізин – 2,75, триптофан – 3,34. Вуглеводи зародку, як правило, складаються з найбільш рухливих їх видів.



У зародку містяться 16,15 % сахарози, 5,72 % мальтозоподібних цукрів і 4,0 – 6,89 % рафінози. У зародку містяться 7,14 – 15,80 % жиру. До складу жирів пшениці входять наступні жирні кислоти: з граничних – пальмітінова (12,8 – 13,8 %), стеаринова і лігнооцеринова (0,9 – 1,0 %), а з олеїнів (27,8 – 30, 8 %), лінолева (40,9 – 49,1 %) і ліноленова (10,0 – 10,8 %). Зола і зольні елементи в зерні в основному накопичуються в оболонках і алейроновому шарі, в зародку – значно менше. У золі зародку багато фосфору (в середньому 21,5 %), калію (у середньому 10,5 %), магнію (близько 7 %) і натрію (близько 5 %). Всі мінеральні речовини зародка можна віднести до життєво необхідних або функціонально корисних елементів. Шкідливих і токсичних елементів в ньому немає. Вітаміни зерна в основному зосереджені в зародку, щитку і алейроновому шарі. У зародку виявлено значну кількість (в мг на 100 г сухої речовини):  $\beta$ -каротину (провітаміну А) – 0,60, тіаміну ( $B_1$ ) – до 22, рибофлавіну ( $B_2$ ) – до 1,3, токоферолу – до 16, нікотинової кислоти – 3,4 – 9,1 (а в висівках 21,5 – 29,8) [59].

Пророслі зерна пшениці – один з найкращих видів їжі. Вони є відмінним джерелом енергії, що швидко вивільняється, але також містять клітковину, яка, запобігає зашлакованості організму, полегшує проходження їжі [12]. Тому доцільно для підвищення харчової цінності хліба вносити не окремі морфологічні частини зерна, а відразу їх всі, тобто зерно в цілому вигляді. Можливо, внесення частини зерен в хліб із сортового борошна. При цьому зерна можна попередньо піддавати дробленню, плющенню, диспергуванню, екструзії, пророщуванню. Велика увага в даний час приділяється виробництву хліба з пророслого зерна пшениці. Він готується при заміні борошна на дисперговане проросле зерно пшениці. Хліб з пророслого зерна містить на 16 % більше білка, в 2 рази більше вітамінів групи В, на 65 % більше вітаміну Е, в 4 рази вищий вміст харчових волокон, ніж у хлібі з сортового борошна [19].

## 1.2 Зміна технологічних властивостей зерна пшениці при проростанні

Зерновий хліб в останні роки викликає все більший інтерес у пекарів. Так як, з одного боку, ринок ще не насичений цим продуктом, а з іншого боку, населення стало уважніше ставитися до свого здоров'я. Крім того, зерно завжди дешевше борошна і його набагато легше зберігати [16]. Особливий інтерес викликають вироби з попередньо пророщеного зерна.

Дієтологи рекомендують пророслі зерна злаків і їх екстракти для дієтичного та лікувального харчування, оскільки вони володіють бактерицидними властивостями, високою біологічною активністю, сприяють поліпшенню травлення, евакуаторної функції кишківника, оптимізують обмін речовин, стабілізують нервову систему, стимулюють зростання, підвищують фізичну працездатність [18, 19].

Особливе значення має процес проростання зерна пшениці. Для проростання зерна необхідні три умови: волога, доступ кисню і відомий мінімум тепла. В результаті проростання різко посилюється дія ферментів зерна, починається процес розщеплення відкладених в ендоспермі складних речовин з утворенням простих. Крохмаль перетворюється в цукри, білок – в амінокислоти, жир – в гліцерин і жирні кислоти. Суха вага зерна при проростанні знижується, тому що в цей період зерно втрачає велику кількість органічних речовин, які містяться в ньому, що є наслідком того, що відбувається при проростанні дихання зерна. При проростанні змінюється хімічний склад зерна. Відбувається розщеплення крохмалю і наростання вмісту цукрів. Кількість азоту в зерні нібито збільшилася, але це збільшення – лише здається. Кількість азоту в початковому і пророслому зерні однакова. Однак при розрахунку його процентного вмісту в сухих речовинах спостерігається збільшення; це відбувається, тому що вміст крохмалю різко знизився, тому що він в значній частині був витрачений у процесі дихання. Отже, кількість сухих речовин в зерні зменшилася, а відносний вміст азоту збільшився [12]. Різке збільшення амілолітичної активності – головна причина різкого погіршення хлібопекарських якостей зерна [9].

При отриманні зернового хліба використовують зернову масу, яку готують шляхом подрібнення на диспергаторі спеціально обробленого зерна пшениці [47]. Вологість зерна пшениці необхідно збільшити до 40 – 46 % [47]. Якщо поглинання води протікає при підвищеній температурі (16 – 24 °C), то насіння проростає при меншій кількості води; якщо воно йде при зниженій температурі (4 – 6 °C), то при більшій її кількості [45]. При такому зволоженні зерно набухає, оболонки розм'якшуються, і починаються процеси проростання. Зміна біохімічних і технологічних властивостей зерна пшениці при проростанні має великий вибір значення для зернопереробної і хлібопекарської промисловості, в зв'язку з цим з даної проблеми були проведені численні дослідження. Загальна біохімічна спрямованість процесу проростання – інтенсивний гідроліз високомолекулярних з'єднань ендосперму до низькомолекулярних і перехід їх в розчинний стан, доступний для подачі в паросток, що розвивається. Активізація ферментного комплексу зерна підвищує атакованість крохмалю амілазами, що призводить до зниження вмісту крохмалю і збільшенню вмісту водорозчинних речовин – декстринів, мальтози і глюкози [41]. Для отримання зернового хліба тривале пророщування неприпустимо і підготовка зерна повинна обмежуватися кількома годинами [47].

Набухання зерна. Щоб насіння пшениці почало проростати, воно повинно мати в навколишньому середовищі вологу, тепло і повітря, що містить кисень. Зерно, поглинаючи вологу, збільшується в об'ємі. У зв'язку з цим зникає зморшкуватість, ребристість зерна, воно стає гладким, округлим. Швидше всього зерно поглинає вологу, будучи занурене у воду. При відсутності кисню припиняється ферментативна діяльність – необхідна умова зростання і розвитку зародка. На швидкість набухання пшениці впливає температура: зерно замочують і витримують при кімнатній температурі, а не при більш низькій. При низькій вологості і високій температурі швидкість набухання може сповільнюватися, а іноді зерно перестає поглинати вологу. Чим вище осмотичний тиск сольового розчину, тим зерно повільніше поглинає вологу. Нітрат калію, 0,001 Н розчини аспарагінової, бурштинової кислот і біогенних стимуляторів прискорюють

проростання [8, 22]. Оцтову кислоту вносять у воду для уповільнення розвитку мікрофлори в середовищі замочування і підвищення мікробіологічної чистоти зерна і, як наслідок, зернового хліба [45]. Борошнисте зерно пшениці поглинає вологу енергійніше, ніж склоподібне. Тверда пшениця потребує більше води, ніж м'яка. Велике зерно повільніше поглинає вологу, ніж дрібне, тому воно повільніше проростає. Поглинання води – перший важливий і складний етап проростання насіння [29].

Ферментативна діяльність. Первісне поглинання води є явище фізичне. Незабаром це фізичне явище викликає хімічні зміни в зерні; з накопичення в зерні вологи починає проявлятися життєдіяльність ферментів [22]. В початковий період зростання зародка пшениці пускові механізми, що збільшують активність різних ферментів діють з великим розривом у часі. Так, зволоження зерна пшениці з 12 до 15 % супроводжується помітним збільшенням активності одних ферментів (нейтральні протеази, що розщеплюють певні групи білків) при тривалій бездіяльності інших. Наприклад, активність амілаз, що мають важливе значення для хлібопекарної якості пшениці, починає збільшуватися тільки при вологості вище 28 %. Таким чином, дані про збільшення конкретних біологічно активних речовин в початковий період проростання зародка можна отримати тільки після відповідних глибоких біохімічних досліджень [55]. Перш за все під впливом амілази (діастази) крохмаль переводиться в декстрини і мальтозу. Амілаза в спокої зерна знаходиться в щитку і в епітеліальних клітинах його, поблизу алейронового шару, хоча останнім часом відзначають, що основна маса  $\beta$ -амілази знаходиться в ендоспермі. В зародку присутня незначна кількість амілази. Першу видиму дію, яка викликається амілазою, складає в давно відома так звана корозія крохмальних зерен, тобто в утворенні в них щілин, збільшення яких веде до руйнування крохмальних зерен. Спочатку на поверхні крохмального зерна з'являються невеликі поглиблення, які впроваджуються всередину, з'єднуються один з одним і утворюють цілі порожнини, а через деякий час зерно крохмалю розпадається на дрібні осколки, які потім зовсім розчиняються. Чим вище вологість і температура, тим енергійніше протікає діяльність діастази. через

роз'єднання крохмальних зерен, а потім і зростання зародка кількість крохмалю в ендоспермі зерна зменшується, а до кінця проростання вміст його падає майже до 0. Мальтоза, отримана в результаті діяльності амілази, в подальшому розщеплюється до глюкози під дією ферменту мальтози. Паралельно з накопиченням глюкози, відбувається утворення сахарози, яка, будучи запасним вуглеводом, легко використовується при проростанні. Перетворення сахарози в моносахариди (глюкозу і фруктозу) здійснюється ферментом інвертазою. Тому невелика кількість цукру, яка знаходиться спочатку в зерні пшениці, збільшується, а потім «згоряє» при диханні зерна або використовується на побудову тканин проростка і кореня. Вважається, що постачання вуглеводами молодої рослини відбувається за рахунок вуглеводів насіння. Зародок, виділений з зерна і поміщений в середовище без вуглеводів, не росте, поміщений в цукровий розчин, продовжує нормально рости; отриману з такого зародка рослину можна довести до повної стиглості. Зародок при наявності вуглеводів не має потреби в додаткових ростових гормонах з ендосперму, хоча поживний режим може вплинути на рослину, що розвивається із зародку. Вуглевод тріфруктозан відсутній у пшениці, але специфічний для жита. Амілаза і інвертаза розчиняє геміцелюлозу, але остання в загальному балансі вуглеводів не грає великої ролі в проростанні насіння. Таким чином, складні (безазотисті екстрактивні) речовини перетворюються в прості сполуки, які і використовуються зародком зерна для свого зростання. Одночасно з цим важко розчинні білкові речовини під дією протеолітичних і пептонізуючих ферментів переводяться в легкорозчинні азотисті сполуки. У відпочиваючому зерні пшениці міститься незначна кількість протеолітичних ферментів, але з кожною годиною набухання і проростання зерна кількість їх різко збільшується. Внаслідок розщеплення білкових речовин кількість білкового азоту знижується, а в результаті цього збільшується кількість амідного азоту, і вмісту загального азоту довго залишається одним і тим же. Найкраще азотисте перетворення протікає при 14 – 16 °С, а при більш високій температурі спостерігається уповільнення в процесах розчинення і розпаду білка. Ферментативна діяльність різко знижується не тільки під дією високої

температури, але і під дією антисептиків. Антисептики призупиняють життєдіяльність зародка, внаслідок чого призупиняється вироблення ферментів, а це позначається в гальмуванні процесів проростання. При проростанні відбувається зміна в співвідношенні і кількості органічних кислот, які містяться в сухому зерні в невеликій кількості (0,2 – 0,8 %). З усіх органічних кислот оцтова становить 5 – 10 %; 5 – 10 % припадає на частку яблучної і лимонної; інша частина кислоти невідомого складу. Загальна кількість органічних кислот при проростанні збільшується в 2 – 5 разів. Причому вміст летючих кислот різко зменшується. Кількість яблучної і лимонної кислот зростає в 4 – 18 разів. Кількість РНК і ДНК в проростаючому насінні і проростках збільшується. Значні зміни відбуваються при проростанні і в кількості вітамінів. Вміст аскорбінової кислоти, зосередженої: в зародку, а також рибофлавіну при проростанні збільшується. Вміст тіаміну залишається без змін, а у деяких сортів декілька зменшується [51]. У проростках пшениці вміст вітамінів В, Е зростає в 5 – 10 разів. У паростках пшениці міститься фолієва кислота, тіамін, холін, вітаміни А, В, С, D, Е, Н і РР. Вітаміни з пророслих зерен ефективніше тих, які ми споживаємо у вигляді драже [33].

У перші 3 години замочування при всіх температурних режимах відбувається різке збільшення вологості зерна. Це явище пов'язане з інтенсивним, поглинанням вологи головним чином через зародок і борозенку. Після заповнення всіх пустот, що знаходяться в оболонках, волога доходить до ендосперму. Поглинання вологи ендоспермом відбувається повільно, тому і вологість зерна збільшується повільніше. Відсутність надлишкової кількості води на етапі витримки зерна на повітрі також сприяє більш повільному збільшенню вологості, [29].

Здатність зерна до проростання пов'язана з блокуванням ферментного комплексу зерна жовтими пігментами флавонового типу, які зосереджені в периферичній частині зерна. Ці пігментні речовини нестійкі і руйнуються при підвищенні температури. Коли зерно поглинає воду, воно виділяє ці

антиокислювальні і абіотичні речовини, що захищають його від дії мікроорганізмів і сприяють його проростанню.

Проростання зерна. Під впливом води, яку поглинуло зерно, і почалася діяльності ферментів зародок зерна починає рости. Перші значні зміни, в зерні спостерігаються в щитку, тобто в тій частині зародку, яка лежить ближче до ендосперму. При набуханні епітеліальні (всмоктувальні) клітини подовжуються. Ці внутрішні зміни виявляються і в зовнішній формі насіння. Набряклий епібласт і кінчик зародка випинаються під міцною оболонкою зерна, утворюючи загострення, яке згодом пробиває оболонку зерна. Це відбувається перша стадія розвитку рослини. Далі зародок, збільшуючись в розмірах, прориває оболонку насіння і в одну сторону дає корінець, а в іншу «пір'їнку» (*plumule*). З моменту розриву зародком оболонки зерна останнє можна охарактеризувати як проростання насіння [53].

Підвищена вологість і проростання зерна в процесі його підготовки суттєво змінюють білково-протеїназний комплекс. У фракціях клейковини і неклейковинних білків відбувається відновлення дисульфідних зв'язків та збільшення кількості сульфгідрильних груп. Такі зміни в структурі фракцій білків призводить до дезагрегації клейковини [69].

У свіжих паростках пшениці енергія ферментів, стимулює кровотворення і омолодження організму на клітинному рівні. Одним з поживних найважливіших компонентів пшеничних паростків є хлорофіл, який часто називають конденсованою сонячною енергією. Хлорофіл – це відмінний стимулятор, що поліпшує функції серця і легенів, шлунка і кишківника. З відкриттів вчених стало відомо, що хлорофіл виявився схожий за будовою (на молекулярному рівні) з кров'ю людини. Експерименти показали, що людський організм здатний переробляти хлорофіл в гемоглобін [15].

З рівняння термостійкості  $\alpha$ -амілази пророслої і не пророслої пшениці [9] показало, що остання більше термолабільна, ніж перша, тобто для інактивування пророслого зерна потрібна вища температура і тривалість термічного впливу.

Значно підвищується в процесі проростання зерна злаків активність  $\beta$ -амілази і змінюється її склад. Активність  $\beta$ -амілази підвищується при проростанні головним чином, не в результаті синтезу активної  $\beta$ -амілази, а в результаті переходу зимогена в активну форму ферменту. Ферменту сахарози відводиться вирішальна роль в процесі проростання і в процесі вегетації. Під час проростання активність сахарози сильно збільшується. Сахараза знаходиться головним чином в зародку. Встановлено, що глюкоза, утворена в ендоспермі з крохмалю, спочатку перетворюється в сахарозу і швидко окислюється. Це вказує на важливу роль сахарози в процесі проростання зернівки [27]. Поряд з іншими при проростанні зерна злаків активується і ліпаза. У проростаючому зерні, активність ліпази зростає. Причому, як поживної речовини використовується жирова частина зернівки. Однак іноді в перші два дні можна спостерігати спочатку зниження активності, що залежить від вмісту в зерні води. Сильне збільшення ліпатичних перетворень в проростаючому зерні можна пояснити двома причинами. З одного боку – підвищеною активністю ліпази, а з іншого – появленям умов для протікання реакції. Збільшення температури від 15 до 30 °С значно прискорює підвищення активності ліпази при проростанні. Найбільша концентрація ліпази в паростку, найменша – в корінцях і дуже незначна кількість в інших частинах зернівки [39, 40].

Процес проростання характеризується посиленням активності фітази, приблизно на другий день проростання, аналогічне підвищення активності проявляють і інші фосфатази.

При пророщування зерна пшениці активність каталази зростає майже в два рази в порівнянні з активністю в непророслими зерні; максимальна активність каталази спостерігається на третій і четвертий день, потім вона знову знижується [23].

Активність пероксидази в проростаючому зерні (жито, ячмінь, пшениця) підвищується дуже сильно; в пшениці вона підвищується в 10 разів впродовж одного тижня, досягаючи максимальної межі на четвертий день. Особливо висока вона в корені зародка [23].



Процес проростання супроводжується значним підвищенням активності всіх ферментних систем зерна. При цьому зовнішні умови – температура, сонячне світло надають величезний вплив на швидкість активації ферментів.

Для поліпшення якості хліба при використанні пророслого зерна пшениці необхідно підвищити кислотність тіста, застосувавши закваски, додавання яких зменшує активність ферментів в тісті [48].

### 1.3 Аналіз існуючих технологій зернового хліба

Головна особливість технології зернового хліба, на відміну від традиційних способів приготування хлібобулочних виробів з пшеничного борошна, полягає в підготовці зерна, що включає його очищення, пророщування (замочування у воді) і подальше подрібнення [56].

Про виробництво хліба з цілого зерна без попереднього розмелювання в борошно з перетворенням його в тісто відомо близько 140 років. Людей приваблювали простота виготовлення, збільшення виходу, помітна дешевизна, а також переконання в харчовій цінності всіх складових частин зерна. Вперше цей метод був запропонований у Франції в 60-х роках минулого століття комерсантом А. Сесилем. Таке виготовлення хліба називалося паніфікацією зерна.

У 1875 році Зарін А. запропонував спосіб приготування хліба з цілого зерна, потім вдосконалений в 1890 році Карєєвим, полягав в промиванні зерна з його подальшим замочуванням протягом 24 – 30 годин і роздавлюванням набряклих зерен в апараті. Потім з частини отриманої маси готували розчин, до якого в міру бродіння додавалася інша маса розчавленого зерна, і отримане таким чином тісто випікалось. Слідом за пропозицією Заріна надійшла ціла низка аналогічних способів – Карєєва, Гелінка, Зикова. За способом Гелінка зерно після промивки піддавалося замочуванню до тих пір, поки воно сильно не розбухне і не розм'якне настільки, що легко роздавлюється і перетирається між пальцями. Після цього маса набряклого зерна надходила в винайдену Гелінком машину, в якій проводилося розчавлювання зерен. Свою машину Гелінк називав «Тістоділитель»

(паніфікатором). Закваска готувалася з тієї ж маси набряклого і розчавленого зерна. Хліб був ніздрюватий, володів приємним запахом і смаком, хоча в м'якуші траплялися окремі нероздавлені зерна.

У 1909 році у Франції експериментували з виготовленням хліба з цілого зерна Дегоф і Жорж. За загальним висновком, виробництво хліба із зерна без попереднього розмелювання в борошно було незадовільним і безперспективним. Хліб виходив низької якості, був більш щільним порівняно зі звичайним, занадто прісним, менш смачним, а головне, містив нероздавлені зерна. Зниження інтересу до хліба з цілого зерна було також пов'язано зі зміною оцінки поживності і використання висівків.

На сьогоднішній день зареєстровано багато патентних документів на виробництво зернового хліба. Основні відмінності в пропонованих технологіях – параметри підготовки зерна, способи його подрібнення, рецептури виробів, технологічні способи розпушення тіста і умови випічки хліба.

Автори патентів не загострюють уваги на якості зерна, яке використовували при виробництві зернового хліба, обмежуючись характеристиками «зріле, добре виконане, чи не заражене польовою пліснявою» [18]. Для виробника ж найбільше значення має кількісні характеристики зерна (автолітична активність, вміст і якість клейковини, натура, скловидність).

З точки зору підтримки санітарно–гігієнічних показників виробництва і технологічності процесу важливим етапом є лущення зерна. У ряді робіт [12, 16, 18] передбачається стадія лущення зерна без уточнення кількості оболонки, що видаляються. На думку В. М. Антонова [15, 17, 31, 38], А. С. Романова [18], Болотова Н. А. [36], Андреева Г.Н.[16], Романова А.С. [29] використання лущеного зерна з видаленням 50 – 80 % оболонки дозволяє скоротити стадію зволоження за рахунок кращого проникнення вологи. Але не втрачається при цьому призначення зернового хліба, яке полягає в збереженні якомога більшої кількості периферійних частинок зерна. У роботі при розробці технології виробництва хліба та булочних виробів «Давньоруські» враховується кількість знятих оболонки від загальної маси зерна.

Подрібнення зерна для отримання однорідної маси – один з важливих етапів технології зернового хліба. Від ступеня подрібнення залежить сенсорна оцінка готового продукту: зовнішній вигляд, вигляд м'якушки. Раніше для цієї мети використовували колоїдні млини, екструдери, плющильні установки [32]. При застосуванні цих способів подрібнення зерна хліб отримували низького об'єму, що містить цілі зерна. В даний час виробники використовують розроблені В. М. Антоновим диспергатори, де зерно подрібнюється за допомогою парно працюючих ножів в системі зминання і різання, яке потім пропускається через матриці з діаметром отворів 2 – 4 мм. Отримана таким способом зернова маса має однорідну консистенцію, не містить нероздавлених зерен і з неї можна отримати хліб, за фізико-хімічними та органолептичними показниками схожий з хлібом, одержуваним з борошна грубого помелу.[17]

Відмінності в технологіях зернового хліба також стосуються способу замісу тіста. Так, наприклад, В. М. Антонов [31] пропонує проводити заміс тіста одночасно з подрібненням зерна, дозуючи основну і додаткову сировину в диспергатор. При замішуванні тіста для додаткового підвищення харчової цінності хліба з цілого зерна можна додавати йодовані дріжджі [19], екстракти лікарських рослин, молочну сироватку, мінеральну воду [14], зерно жита, вівса, ячменю, гречки та інших зернових і бобових культур [25], закваску на основі біфідобактерій [25], лляне насіння, циклокар (ціклодекстринова форма  $\beta$ -каротину) [29].

Розрихленість м'якушки, смак і аромат хліба суттєво впливають на його засвоюваність. Існують кілька способів розпушення тіста для зернового хліба: використання хлібопекарських дріжджів, хімічних розпушувачів [37, 58], а також механічним шляхом (за допомогою продувки тіста вуглекислим газом). Розпушення тіста механічним шляхом, на думку авторів, дозволяє звільнити хліб від шкідливої для людини мікрофлори і від несприятливих для її здоров'я продуктів життєдіяльності цієї мікрофлори. Багато виробників включають в рецептуру зернового хліба хлібопекарські дріжджі, але або виключають з технологічного циклу стадію бродіння тіста [31], або поєднують її зі стадією

вистоювання [32], при цьому, забуваючи, що основне призначення дозрівання тіста, крім його розпушення – це накопичення смакових і ароматичних речовин, які істотно впливають на споживчі властивості готової продукції і на її засвоюваність.

Хоперська О. А. запропонувала спосіб виробництва бездріжджового хліба з пророслого зерна пшениці, що забезпечує поліпшення якості, зниження рівня токсичних речовин при одночасному підвищенні вмісту вітамінів і біологічно активних речовин [27].

Запатентована технологія виробництва зернового хліба [29], передбачає видалення домішок із зернової маси, знезаражування і очищення поверхні зерна [18].

Корячкіна С. Я. і Кузнєцова Е. А. запропонували при приготуванні хліба використовувати зерно пшениці без попереднього лушення. Ціле зерно замочують в розчині, що містить ферментні препарати цитолітичної дії в кількості 0,003 – 0,01 % до маси сухих речовин зерна. Замочування ведуть при температурі 40 °С протягом 3 – 16 год. Потім зерно подрібнюють на диспергуючій машині до утворення однорідної маси. Отриману зернову масу подають на заміс тіста, додаючи при цьому всі рецептурні компоненти. Заміс тіста, бродіння, оброблення тіста і випічку хліба здійснюють загальноприйнятим способом [40, 42].

Коротков Ю. А. запропонував виробництво хліба з цілого зерна з антимікробними властивостями. Суть полягає в замочуванні зерна, з подальшою переробкою в кінцеву продукцію, у воді з присутністю в ній срібла у формі іонів з концентрацією 0,15 – 0,35 мг/л [20].

Романов А. С. запропонував спосіб виробництва зернового хліба наступним чином. Зерно очищають від бур'янів, зернових і металомангітних домішок за допомогою ситового, пористого, аеродинамічного і магнітного сепарування. Потім проводять знезараження і очищення поверхні зерна сухим способом в пристроях ударно-стираючої дії, до зниження зольності зерна на 0,05 – 0,7 %. Очищене зерно замочують у воді при температурі 18 – 45 °С протягом 2 – 12 год.

При замочуванні вносять рецептурні компоненти і/або напівфабрикати в кількості 5,0 – 50,0 % до маси очищеного зерна. Напівфабрикати готують шляхом заварювання, оцукрювання і зброджування диспергованого зерна. Замочене зерно з внесеними добавками диспергують до отримання однорідної в'язко-пластичної маси, вносять іншу сировину, передбачену рецептурою, і замішують тісто. Замість бродіння, оброблення тіста і випічку хліба здійснюють звичайним способом [18].

Сопельцов Ф.Е. і ін. розробили спосіб виробництва зернового хліба, що включає замочування зерна в воді з температурою 8 – 30 °С протягом 24 – 72 години в залежності від сорту зерна та його якості до стану повного набухання зерна і до появи паростків. При цьому наступний заміс тіста роблять поетапно: після додавання сольового розчину перемішують 3 – 4 хв, а вистояні тістові заготовки випікають і печух при  $160 \pm 10$  °С протягом  $53 \pm 5$  хв [21].

Хліб, приготовлений без додавання закваски, мав нижчі показники якості. На поверхні хліба були видні частки оболонки, колір кірочки хліба сірувато-коричневий, пористість недостатньо розвинена, м'якуш мало еластичний.

Виявлено доцільність заморожування заготовок з диспергової зернової маси до температури в центрі – 15 °С з метою регулювання активності амілолітичних ферментів, стабілізації властивостей напівфабрикатів та підвищення якості хліба [32].

Для поліпшення смакових якостей і підвищення харчової цінності зернового хліба пропонується використовувати різні види нетрадиційної сировини. У рецептуру тіста пропонується вносити плющені пластівці попередньо замоченого і пророслого зерна [42]. Лобачов Е.М. рекомендує вводити при замішуванні тіста морську сіль, цукор, мед, лимон і трави (листя малини, чорної смородини, берези, суниці, звіробою, материнки, м'яти, чебрецю, шавлії, кропиви, кропу, петрушки, квітки липи і бузини чорної). Після приготування тісто витримували протягом 5 – 7 годин при температурі 30 – 35 °С. Хліб, що випікається за вказаною рецептурою, має підвищену харчову цінність [58].

За кордоном розширюється асортимент хлібобулочних виробів, в рецептуру яких входить проросле зерно. У Франції запропонований спосіб і пристрій для отримання тіста безпосередньо з пророслих зерен. У Німеччині запропоновано спосіб виробництва хліба з цільозмеленого зерна, за яким для приготування хліба використовують зерно, що пройшло гідротермічну активацію. Зерно, зволене до 40 %, піддають тривалому кондиціонуванню, після чого підсушують до вологості 20 %. Недоліком вказаного способу підготовки цілісного зерна шляхом замочування є значна тривалість технологічного процесу. Так в Німеччині запатентовано спосіб виробництва хліба. Він полягає в замочуванні зерна у воді, його пророщуванні і подрібненні, додаванні рецептурних компонентів. Потім слідує формування тіста і випічка. При цьому замочування і пророщування відбувається в два етапи при температурі 22 – 24 °С: перше замочування протягом 20 – 24 годин з подальшим пророщуванням при повітряному кондиціонуванні з вологістю 100 % і припинення подачі повітря до появи білих зародків зерна та друге замочування протягом 1 – 2 годин і додаткове пророщування протягом 2 – 8 годин. Потім застосовують проросле і подрібнене зерно для випічки без додавання борошна при температурі 150 – 160 °С протягом 100 – 120 хвилин.

Проведений аналіз виявив численні способи виробництва хліба з цілого зерна, які передбачають в основному застосування двох підходів: використання технологічних прийомів і введення харчових добавок або поліпшувачів на різних стадіях приготування хліба для підвищення органолептичних показників якості та харчової цінності, що визначає перспективність цього напрямку в сучасному хлібопеченні.

### Висновки до розділу

З проведеного аналізу огляду літератури випливає, що перспективним напрямком розвитку хлібопекарської промисловості є застосування технологій, що раціонально використовують сировинні ресурси та сприяють розширенню

асортименту хлібобулочних виробів підвищеної харчової і біологічної цінності. Величезне значення мають технології хліба з пророслого зерна пшениці, що відрізняється підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних речовин, незамінних амінокислот, харчових волокон.

При виробництві хліба з пророслого зерна пшениці мають місце не вирішені проблеми: скорочення тривалості пророщування зерна пшениці, зниження мікробіологічного обсіменіння і підвищення якісних показників готових виробів. Тому важливим завданням є розробка способів інтенсифікації процесу пророщування зерна пшениці, підвищення його мікробіологічної безпеки і підвищення якісних показників готових виробів. На вирішення зазначених проблем спрямована дана робота. Для вирішення поставленого завдання вважаємо за доцільне вивчити вплив ферментних препаратів, а також світлового опромінення на тривалість замочування зерна пшениці, провести пошук рослинної сировини, що володіє антисептичними властивостями для використання у виробництві зернового хліба. З метою підвищення якісних показників готових виробів потрібна розробка інноваційних технологій хліба з пророслого зерна пшениці з використанням заквасок і прискореного методу виробництва хліба.

Даних по використанню світлового опромінення та ферментного препарату Пектаваморин Г20Х при виробництві зернового хліба не виявлено.

## 2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Організація роботи та структура досліджу

Експериментальні дослідження проводилися відповідно до поставлених завдань в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Загальна схема експерименту представлена на рисунку 2.1.

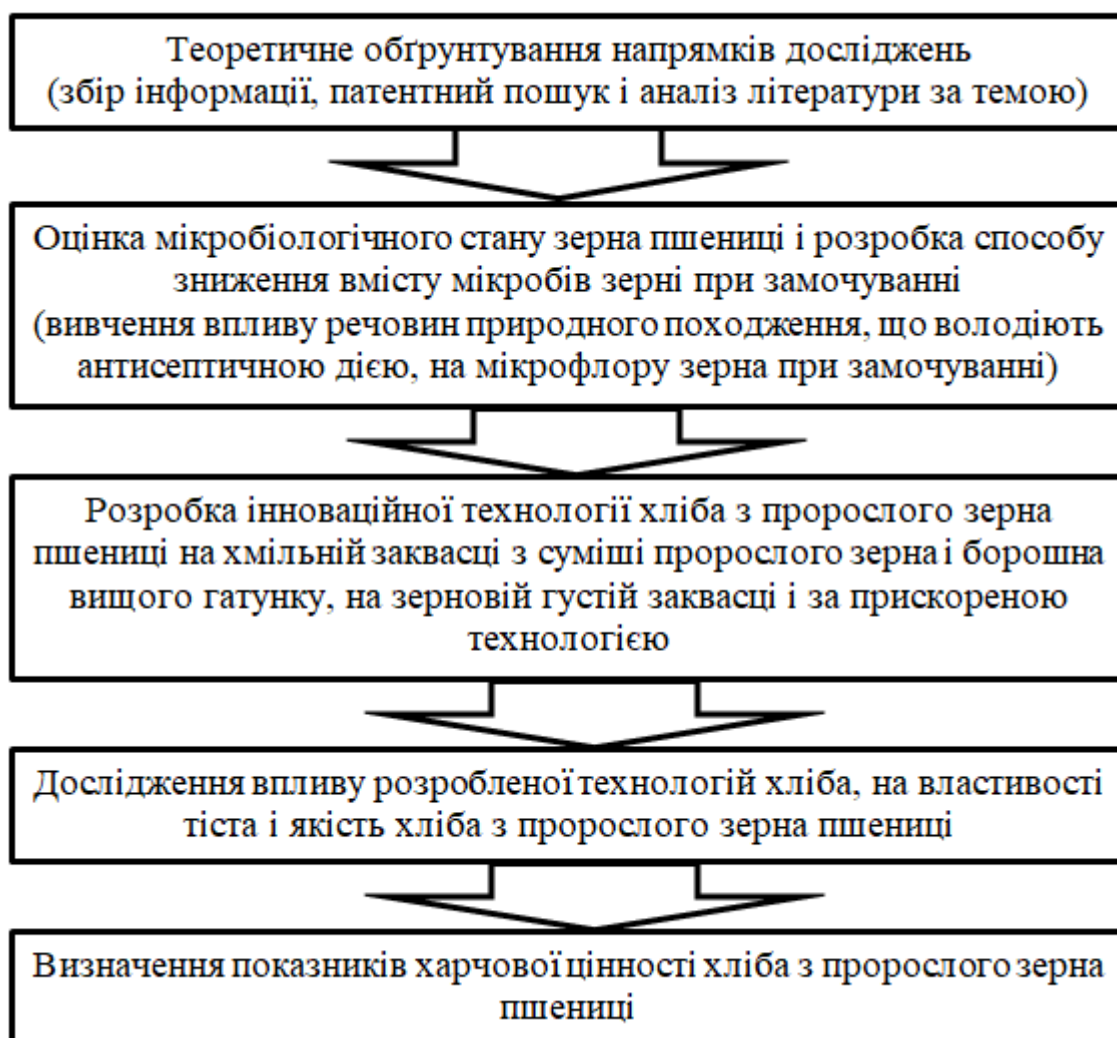


Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментальних досліджень



Перший етап роботи присвячений теоретичному обґрунтуванню досліджень. З цією метою проводився збір інформації, патентний пошук і аналіз літератури за темою.

На другому етапі оцінювалася мікробіологічний стан зерна пшениці і розроблялися способи зниження вмісту мікробів зерна при замочуванні. Проводилось вивчення впливу речовин природного походження, що володіють антисептичною дією, на мікрофлору зерна при замочуванні.

На третьому етапі розробляли інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці на хмільній заквасці з суміші пророслого зерна і борошна вищого гатунку, на зерновій густій заквасці і за прискореною технологією.

На четвертому етапі досліджували вплив розроблених технологій хліба, на властивості тіста і якість хліба з пророслого зерна пшениці.

На п'ятому етапі проведено визначення показників харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці.

## 2.2 Об'єкти досліджень

Об'єктами досліджень були:

- зерно пшениці врожаю 2019 – 2020 року 1 – 3 класів;
- вода питна;
- борошно пшеничне вищого гатунку;
- борошно пшеничне другого сорту;
- крупка пшенична дроблена;
- дріжджі хлібопекарські пресовані;
- закваска хмельова;
- сіль кухонна;
- олія соняшникова рафінована;
- цукор-пісок;
- паста хрону;
- цедра апельсина;

- кислота молочна;
  - кислота оцтова;
  - кислота аскорбінова;
- клейковина пшенична суха.

Промивання зерна пшениці здійснювали в лабораторних умовах.

Для зниження мікробіологічного обсіменіння зерна його пророщували в присутності подрібненого кореня хрону і цедри апельсина.

Дворазове подрібнення попередньо пророщеного зерна пшениці здійснювали на диспергаторі і на м'ясорубці.

Контрольний зразок хліба готували за ГОСТ 25832-89 однофазним способом. Пшеничну крупу попередньо замочували в гарячій воді (температурою 40 – 50 °С) протягом 40 хвилин. Рецептатура і режими виготовлення хліба наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Рецептатура і режими приготування тіста для контрольного зразка хліба

| Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу | Витрата сировини і показники процесу |
|---|--------------------------------------|
| Крупка пшенична, кг   | 60,0                                 |
| Борошно пшеничне хлібопекарське вищого ґатунку,             | 40,0                                 |
| Дріжджі пресовані хлібопекарські, кг                        | 2,0                                  |
| Сіль кухонна, кг  | 1,5                                  |
| Соняшникова олія (для змащування форм)                      | 0,5                                  |
| Вода  | за розрахунком                       |
| Температура початкова, °С                                   | 28 – 30                              |
| Кислотність тіста кінцева, не більше град                   | 3,0                                  |
| Вологість тіста, %  | 46                                   |
| Тривалість бродіння, хв                                     | 120 – 180                            |
| Тривалість вистоювання, хв                                  | 30 – 40                              |
| Тривалість випічки, хв                                      | 30 – 35                              |

Замість тіста в лабораторних умовах здійснювали вручну, дозрівання – в лабораторній бродильній камері при температурі 35 °С і відносній вологості повітря 75 – 80 %. Випічку розібраних тістових заготовок масою 0,35 кг – в лабораторній печі при температурі 220 °С.

## 2.3 Методи досліджень

### 2.3.1 Методи дослідження якості та безпеки сировини

Аналіз показників якості та безпеки сировини проводили за загальноприйнятими і спеціальними методиками:

- технічний аналіз зерна;
- відбір проб зерна;
- визначення смітної і зернової домішок;
- визначення зараженості і пошкодження зерна шкідниками;
- запах і колір зерна;
- вологість зерна;
- натура зерна;
- маса 1000 зерен;
- скловидність зерна;
- кислотність зерна;
- кількість і якість клейковини;
- вміст крохмалю – за методом Еверса;
- вміст редукуючих цукрів – Фелінговим методом;
- вміст клітковини – методом Кюршнера і Ганека;

### 2.3.2 Методи дослідження властивостей тіста

Властивості тіста досліджували за такими показниками:

- кількість дріжджових клітин в тісті визначали методом їх підрахунку за допомогою рахункових камер Горяєва;

- титрувальна кислотність, вологість, газоутворююча здатність борошна – за методиками, наведеними в лабораторному практикумі з технології хлібопекарського виробництва Л. І. Пучкової;

- структурно-механічні властивості тіста аналізували по визначенню граничного напруження зсуву на автоматизованому пенетрометрі АП-4/2 (рис. 2.2) і приладі «Структурометрі СТ-1М» (рис. 2.3) за методиками, що додаються до приладів.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд приладу «Пенетрометр АП/-4/2»



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд приладу «Структурометр СТ-1М»

### 2.3.3 Методи оцінки якості хліба

Аналіз готового хліба проводили не раніше, ніж через 4 години і не пізніше, ніж через 24 години після виїмки його з печі за такими показниками:

- органолептичні показники;
- вологість;
- титрувальна кислотність;
- пористість;
- питомий об'єм;
- структурно-механічні властивості м'якушки (за значеннями загальної, пластичної та пружної деформації) – на структурометрі СТ-1М за методикою, що додається до приладу;
- визначення мінерального складу хліба здійснювали рентгеноспектральним методом за допомогою рентгеноспектрального ЕРС детектора.

Зразки хліба обзолують в муфельній печі при температурі 450 – 500 °С. Підготовка проб полягала в деструкції органічної основи з метою отримання мініралізата з подальшим визначенням в ньому металів;

- визначення амінокислотного складу хліба здійснювали хроматографічним методом аналізу з використанням аналізатора.
- визначення вітамінів в хлібі здійснювали за допомогою рідинної хроматографії.

### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було приведено загальну схему проведення досліджень та приведено методики та методи, що були використані для проведення експериментальних досліджень.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження впливу комплексних ферментних препаратів і світлового опромінення на тривалість проростання зерна пшениці при замочуванні

Хліб з цілого зерна пшениці в даний час користується великою популярністю серед населення промислово розвинених країн. Такий хліб володіє високою біологічною цінністю, так як в своєму складі містить велику кількість баластних і мінеральних речовин, вітамінів, у порівнянні, з хлібом, що виробляється з вищих сортів пшеничного борошна. У нашій країні і за кордоном останнім часом розширюється асортимент хлібобулочних виробів, в рецептуру яких входить проросле зерно. Хліб з пророслого зерна пшениці раціонально поєднує в собі всі поживні речовини, закладені в зерно природою. За харчовою і біологічною цінністю цей хліб перевершує всі традиційні сорти хліба, особливо з борошна вищих сортів. У процесі підготовки зерна до виробництва зернового хліба біохімічні властивості зерна істотно змінюються внаслідок впливу різних чинників середовища. Від біохімічних властивостей зерна залежить якість одержуваного з нього продукту. Біохімічні властивості зерна в свою чергу визначаються його хімічним складом, розподілом хімічних сполук по анатомічним частинам зернівки, наявністю біологічно активних з'єднань і активності ферментів. Процес проростання зерна полягає в сильному збільшенні активності ферментів і розщепленні складних запасних речовин на більш прості, легко розчинні, що служать харчуванням для зародка [23]. Пророслі зерна злаків і їх екстракти рекомендуються дієтологами для дієтичного та лікувального харчування, так як вони мають бактерицидні властивості, високу біологічну активність, сприяють поліпшенню травлення, евакуаторної функції кишківника, оптимізують обмін речовин, стабілізують нервову систему, стимулюють, підвищують фізичну працездатність. Більшість дослідників рекомендують використовувати в харчуванні зерно пшениці з проростками не більше 1,0 мм. Подальше проростання зерна не бажано через значне зростання активності

амілолітичних і протеолітичних ферментів зерна, що може привести до отримання хліба низької якості з липким м'якушем, що заминається [45].

### 3.1.1 Визначення якісних показників зерна пшениці

В Дніпропетровській області культивуються різні сорти пшениці. Особлива увага приділяється збільшенню врожайності, опірності захворюванням, підвищенню якості та безпеки. Однак не всі сорти в рівній мірі відповідають технологічним вимогам хлібопекарської галузі. Найбільш поширеним в сільськогосподарському використанні сортом пшениці є Комерційна. У роботі в якості об'єкта дослідження було вибрано зерно пшениці Комерційна врожаю 2017 – 2019 рр. Цей сорт більш технологічний для використання в хлібопеченні.

Якісну оцінку зерна, а також визначення фізико-хімічних, структурно-механічних і технологічних параметрів тіста і хліба проводили за загальноприйнятими методиками і ДСТУ за такими показниками властивостей зерна: натура, маса 1000 зерен, кількість сирої клейковини в борошні і її якість – за індексом деформації клейковини в одиницях приладу ІДК і пенетрометра; структурно-механічні властивості тіста – на автоматизованому пенетрометрі АП-4/2; хлібопекарські властивості хліба оцінювали лабораторними випічками.

Середні дані якісного аналізу зерна пшениці по роках дослідження (усереднені) представлені в таблиці 3.1.

Колір і запах у всіх проб зерна нормальний, властивий здоровому зерну.

Маса 1000 зерен досліджуваної пшениці становить  $39,4 \pm 3,3$  г. За абсолютною масою, що характеризує виповненість і крупність, відноситься до першої групи, так як середнє значення даного показника перевищує 30 г.

За показником об'ємної маси пшениця відносяться до средненатурної, так як її значення становить  $740 \pm 9$  г/л. Натура пшениці Комерційна свідчить про порівняно високий вміст ендосперму.

Вологість зерна пшениці становить  $12,3 \pm 0,3$  %. Досліджуваний зразок можна віднести до категорії «сухий», так як вміст вологи в ньому не перевищує 14 %.

Таблиця 3.1 – Характеристика зерна пшениці

| Найменування показника      | Зерно врожаю, року (середні дані)     |      |      |
|-----------------------------|---------------------------------------|------|------|
|                             | 2017                                  | 2018 | 2019 |
| Запах                       | Нормальний, властивий здоровому зерну |      |      |
| Колір                       | Нормальний, властивий здоровому зерну |      |      |
| Маса 1000 зерен, г          | 42,7                                  | 36,1 | 40,7 |
| Натура, г/л                 | 749                                   | 731  | 742  |
| Вологість, %                | 12,6                                  | 12,0 | 12,3 |
| Сміттєва домішка, %         | 0,3                                   | 0,7  | 0,8  |
| Зернова домішка, %          | 2,9                                   | 2,3  | 1,6  |
| Масова частка клейковини, % | 27,2                                  | 24,8 | 26,2 |
| Розтяжність клейковини, см  | 15,0                                  | 15,4 | 15,0 |
| Якість клейковини, од. ІДК  | 73                                    | 65   | 68   |
| Скловидність%               | 56,0                                  | 48,0 | 52,0 |
| Число падіння, с            | 266                                   | 252  | 259  |
| Зараженість шкідниками      | Не виявлено                           |      |      |

Сміттєва і зернова домішки не перевищують встановлені норми.

Хлібопекарські якості пшениці в основному залежать від фізико-хімічних і біохімічних властивостей білків, складових клейковини. Згідно стандартам, зерно сильної пшениці повинно містити не менше 28 % сирі клейковини і бути I групи якості.

Масова частка клейковини в борошні склала  $26,0 \pm 1,2$  %. Пшениця Комерційна відповідає II групі якості клейковини (задовільна). Кількість клейковини, поряд з її вмістом, вважається надійним критерієм непрямой оцінки хлібопекарських властивостей пшениці [59]. За структурно-механічним показником – розтяжності, всі проби мали середню клейковину. Залежно від показань ІДК-1 клейковина – хороша.

Досліджувані проби пшениці Комерційна є середньоскловидними, оскільки їх скловидність нижче 70 % і становить  $69 \pm 4$  %.

Автолітична активність у досліджуваних проб зерна пшениці середня з ЧП рівним  $259 \pm 7$  с.

Зараженість шкідниками у досліджуваних проб зерна не виявлено.



Таким чином, досліджуваний сорт пшениці відповідає технологічним вимогам хлібопекарської галузі і може бути використаний у виробництві зернового хліба.

При виробництві хліба з пророслого зерна особливе місце займають стадії замочування і проростання зерна. Цей процес характеризується взаємодією зерна з надмірною кількістю води і займає тривалий час. Тому, доцільним вважали визначити тривалість пророщування зерна пшениці.

### 3.1.2 Визначення тривалості пророщування зерна пшениці

Процес проростання супроводжується значним підвищенням активності всіх ферментних систем зерна. При цьому величезний вплив на швидкість активації ферментів надають: температура, вологість, сонячне світло, аерація і інші фактори.

Максимум активності ферментів визначається їх природою, вмістом слабкозв'язаної води в зерні і тривалістю температурного впливу [46]. Тому, регулюючи зовнішні умови, можна направити певні біохімічні процеси в зерні, змінити його біохімічні властивості, прискорити або сповільнити процеси проростання.

Існують різні способи пророщування зерна пшениці. До деяких з них відносяться: замочування попередньо промитого зерна в воді при 8 – 30 °С протягом 24 – 72 годин в залежності від сорту зерна і його якості до стану повного набухання зерна, і до появи паростків, розхід води на замочування зерна 1,5 – 2,0 л на 1 кг зерна [21, 23]; замочування зерна, з подальшою переробкою в кінцеву продукцію, у воді з присутністю в ній срібла у формі іонів з концентрацією 0,15 – 0,35 мг/л [20], і інші.

Керуючись рекомендаціями дієтологів, зерно пророщували до отримання проростків довжиною 1 мм.

При замочуванні вода проникає всередину зерна завдяки різній здатності гідрофільних речовин зерна поглинати молекули води і утворювати з'єднання за допомогою міжмолекулярних сил тяжіння. В результаті поглинання води колоїди

набухають, об'єм зерна збільшується до 45 %. У перші години замочування відбувається різке збільшення вологості сухого зерна пшениці через інтенсивне поглинання води через зародок і борозенку. Захоплення води в цей час здійснюється плодовими оболонками, які мають капіляри, пори, порожнечі, що служать резервуаром для первинного накопичення неміцно зв'язаної води, а також гідратацією тканин насінневих оболонок, алейронового шару і зародка, в які вода переміщається і міцно зв'язується вуглеводами і білками. Механічно напружений стан зернівки в перші години замочування сприяє утворенню мікротріщин в склоподібному ендоспермі. У наступні години замочування вологість зерна збільшується повільніше. Це пов'язано з тим, що після заповнення всіх пустот оболонки зерна набухають, закриваючи капіляри ендосперму, що ускладнює переміщення до нього води. Далі відбувається поширення води по тканинах в рівноважному співвідношенні, зміна конформації макромолекул біополімерів зерна [22, 29].

Нами була досліджена залежність часу проростання зерна пшениці від гідромодуля і температури води при замочуванні. На першій стадії експерименту зерно замочували у воді при кімнатній температурі (20 °С), із співвідношенням зерна і води від 1:0,6 до 1:1,4. Результати досліджень представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Залежність часу проростання зерна від гідромодуля

| Гідромодуль | Тривалість проростання зерна, годин |
|-------------|-------------------------------------|
| 1:0,6       | Не проросло                         |
| 1:0,8       | 26                                  |
| 1:1         | 24                                  |
| 1:1,2       | 27                                  |
| 1:1,4       | Не проросло                         |

З таблиці 2.2 випливає, що оптимальним співвідношенням зерна і води при мінімальній тривалості пророщування до досягнення довжини проростків 1,0 мм (24 годин) є 1:1. Далі зерно замочували у воді з температурою від 15 °С до 40 °С, при гідромодулі 1:1 (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Вплив температури води при замочуванні на тривалість проростання зерна

| Температура води, °С | Тривалість проростання, годин |
|----------------------|-------------------------------|
| 15                   | 26                            |
| 20                   | 24                            |
| 30                   | 24                            |
| 40                   | 22                            |

Підвищення температури води до 40 °С прискорює процес пророщування зерна на 2 години, так як температура 40 – 55 °С є оптимальною для дії багатьох ферментних систем зерна і активність ферментів в цих умовах зростає [42]. Однак для замочування зерна в умовах 40 °С потрібне спеціальне обладнання, що з економічної точки зору не вигідно для виробництва.

Отримані результати показують, що тривалість пророщування зерна пшениці в воді до отримання проростків довжиною 1,0 мм досягається за 24 години при кімнатній температурі води (20 °С).

Ймовірно, при даних параметрах процесу (гідромодуль, температура і тривалість пророщування) відбувається оптимальне поглинання і розподіл вологи в зернівці, що сприяє підвищенню активності ферментних систем і прискореного розвитку проростка.

### 3.2 Мікробіологічна забрудненість зерна пшениці

Мікробіологічна забрудненість зерна, багатого поживними речовинами, висока, причому спектр виявлених мікроорганізмів представлений досить широко. Це ускладнює застосування цілого зерна в хлібопеченні. На поверхні сухого зерна мікроорганізми знаходяться в анабіозному стані. При виробництві зернового хліба однією з технологічних стадій є пророщування зерна пшениці при кімнатній температурі і підвищеній вологості, що сприяє збільшенню чисельності мікрофлори, яка негативно впливає на якість і безпеку хліба. Інтенсивне обсіменіння зерна гнильними бактеріями і пліснявими грибами

призводить до закисання зерна і присутності в зерновій масі і готовому хлібі неприємного запаху. Тому однією з проблем, що виникають при виробництві хліба з пророслого зерна пшениці, є необхідність забезпечення мікробіологічної чистоти зерна на стадії пророщування [45].

В роботі досліджували кількісний і якісний склад мікрофлори сухого (вихідного) і пророщеного зерна. Визначили основні групи мікроорганізмів, що обсіміняють поверхню зерна злакових культур. Найбільш велика група за кількісним складом – це гнильні бактерії, виявлені також дріжджі і цвілеві гриби, спороутворюючі бактерії.

Отримані результати представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вміст мікроорганізмів на поверхні пшениці до та після замочування

| Найменування зразка     | Вміст мікроорганізмів на поверхні зерна, КУО/г |                    |                         |
|-------------------------|--|--------------------|-------------------------|
|                         | Гнильні бактерії                               | Пліснява і дріжджі | Спороутворюючі бактерії |
| ГОСТ 10444              | $5 \cdot 10^4$                                 | 100                | 50                      |
| Початкове зерно         | $2,7 \cdot 10^4$                               | 22                 | 30                      |
| Зерно після замочування | $3,8 \cdot 10^4$                               | 30                 | 47                      |

Результати проведених досліджень показали, що мікробіологічна забрудненість вихідного зерна пшениці досить висока і складає: гнильних бактерій –  $2,7 \cdot 10^4$  КУО/г, цвілевих грибів і дріжджів – 22 КУО/г, спороутворюючих бактерій – 30 КУО/г.

Було встановлено, що при замочуванні зерна у воді (при гідромодулі 1:1) при кімнатній температурі 20 °С протягом 24 годин кількість мікроорганізмів зерна пшениці підвищується: гнильних бактерій – на 41 %; цвілевих грибів і дріжджів – на 36 %, спороутворюючих бактерій – на 57 %.

Таким чином, проведені дослідження мікрофлори зерна пшениці до і після пророщування показали необхідність підвищення мікробіологічної чистоти зерна шляхом підбору антисептиків. Одним з перспективних напрямків

вдосконалення технології хліба з цілого пророслого зерна є застосування в процесі замочування зерна рослинної сировини, що володіє бактерицидною і фунгіцидною дією.

### 3.3 Розробка інноваційної технології хліба з пророслого зерна пшениці

Перспективним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів є виробництво хліба з цілого зерна пшениці, в якому раціонально використовуються всі поживні речовини, закладені в зерно природою. Зерновий хліб є найважливішим джерелом харчових волокон, вітамінів, мікроелементів, амінокислот. За харчовою та біологічною цінністю цей хліб перевершує всі традиційні сорти хліба, особливо випечені з борошна вищих сортів. Найбільшу цінність представляє хліб з пророслого зерна пшениці, так як при проростанні зерна важко засвоювані з'єднання переходять в більш прості, утворюються вітаміни, амінокислоти, мінеральні речовини, вуглеводи. Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту. Вживання такого хліба сприятливо позначається на життєвому тонусі людей, які ведуть активний спосіб життя.

При виробництві зернового хліба з пророслого зерна необхідно враховувати негативний вплив  $\alpha$ -амілази, в результаті чого можна отримати хліб з липким м'якушем. Для зниження ферментативної активності і отримання зернового хліба високої якості необхідно інактивувати  $\alpha$ -амілазу, шляхом підвищення кислотності тіста. Для цього використовують різні закваски [48]. При розробці технології хліба з пророслого зерна пшениці найбільш перспективним напрямком є заміна половини рецептурної кількості дріжджів закваскою. Тому велике значення має створення інноваційної технології виробництва мікробіологічно безпечного хліба з пророслого зерна пшениці підвищеної якості.

У даній роботі розробляли три інноваційні технології хліба з пророслого зерна пшениці. Тісто для приготування зернового хліба готували з

диспергованого пророслого зерна пшениці з використанням інших рецептурних компонентів.

### 3.3.1 Рецептатура і режими приготування хліба з пророслого зерна пшениці за прискореною технологією

Багатий баластними речовинами хліб з пророслого зерна пшениці – необхідна складова раціонального харчування населення. Він надає не тільки позитивний фізіологічний вплив на травлення, але і є більш корисним з точки зору попередження карієсу, не викликає харчової глікозурії, в меншій мірі стимулює секрецію інсуліну і знижує рівень тригліцеридів в крові [14]. У хлібі з пророслого зерна потреба в токоферолах, що беруть участь в обміні білка і позитивно впливають на діяльність ендокринних залоз і сечогінної системи, задовольняється на 80 – 90 %. Вітамін РР, концентруючись в оболонках і зародку, протидіє стомлюваності, слабкості.

Введення в рецептуру хліба з пророслого зерна пшениці густої зернової закваски дозволяє значно поліпшити споживчі властивості зернового хліба, однак, тривалість процесу приготування тіста стримує його широке впровадження на підприємствах хлібопекарської промисловості. Тому доцільним вважали розробити прискорену технологію виробництва хліба з пророслого зерна пшениці, без бродіння перед обробленням, використовуючи суміш органічних кислот і суху пшеничну клейковину для поліпшення якісних показників хліба.

Здійснювали підбір оптимального дозування сухої пшеничної клейковини. Для цього проводили лабораторні випічки хліба з додаванням 2 %, 3 % і 4 % сухої пшеничної клейковини. Зерно пшениці піддавали попередньою опроміненню жовтими світлодіодами протягом 60 с в імпульсному режимі з частотою повторення імпульсів 3 кГц при тривалості імпульсу 0,25 мкс і далі пророщували при кімнатній температурі (20 °С) води з додаванням подрібненого кореня хрону в кількості 1 % від маси сухих речовин зерна, при співвідношенні зерна та води 1:1, до появи паростків 1 мм. Після закінчення часу пророщування зерно подрібнювали на диспергаторі і в отриману зернову масу вводили дріжджі

пресовані у вигляді суспензії, суху клейковину, суміш кислот, цукор пісок, сіль поварену, олію соняшникову рафіновану. Використовували суміш наступних кислот: молочної 80 %, оцтової 20 % і сухої аскорбінової. Замість тіста здійснювали протягом 15 хвилин. Бродіння тіста було відсутнє.

У таблиці 3.5 представлена рецептура і режими приготування зернового хліба за прискореною технологією.

Таблиця 3.5 – Рецептура і режими приготування тіста за прискореною технологією з пророщеного диспергованого зерна пшениці

| Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу | Витрата сировини і показники процесу |
|---|--------------------------------------|
| Зерно пшениці, кг   | 100,0                                |
| Суха клейковина, кг   | 2,0 – 4,0                            |
| Дріжджі пресовані хлібопекарські, кг                        | 3,0                                  |
| Сіль кухонна, кг  | 1,5                                  |
| Цукор-пісок, кг   | 2,0                                  |
| Олія соняшникова рафінована, кг                             | 2,0                                  |
| Вода  | За розрахунком                       |
| Молочна к-та 80 %, кг                                       | 1,5                                  |
| Оцтова к-та 20%, кг   | 0,375                                |
| Аскорбінова к-та (суха), кг                                 | 0,0075                               |
| Корінь хрону, кг  | 0,86                                 |
| Температура початкова, °С                                   | 28 – 30                              |
| Кислотність тіста кінцева, град                             | Не більше 7,5                        |
| Вологість тіста, %  | 46 – 48                              |
| Тривалість бродіння, хв                                     | -                                    |
| Тривалість вистоювання, хв                                  | 40 – 50                              |
| Тривалість випічки, хв                                      | 30 – 35                              |

Готове тісто обробляли на шматки масою 350 г, тістові заготовки укладали в форми і направляли на вистоювання. Тривалість вистоювання 40 – 50 хв при температурі 35 °С і відносній вологості повітря 75 – 80 %, температура тіста 28 – 30 °С, кінцева кислотність 6,5 – 7,5 град.

Випічку хліба здійснювали протягом 30 – 35 хв при температурі 200 – 220 °С. Через чотири години після випічки здійснювали аналіз хліба за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

На наступному етапі дослідження вивчали вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на властивості тіста.

3.3.1.1 Дослідження впливу дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на властивості тіста

На даній стадії досліджень вивчали вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на властивості тіста.

Вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на структурно-механічні властивості тіста.

Визначення граничного напруження зсуву в зразках тіста проводили також на пенетрометрі АП-4/2 (по опору дії дотичної складової сили під кутом 45), за методикою, що додається до прибору. Контрольний зразок готували згідно рецептури вказаній вище.

Результати досліджень представлені на рисунку 3.1.

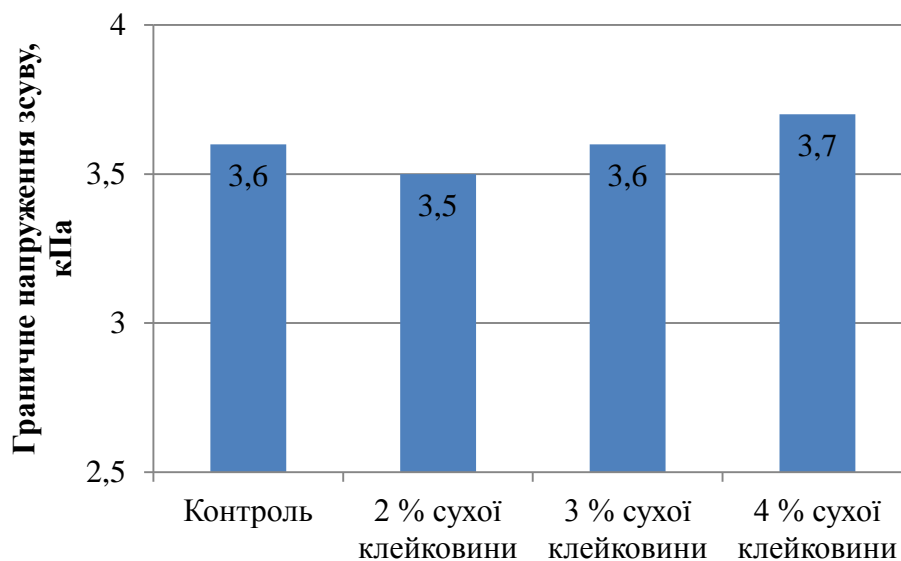


Рисунок 3.1 – Вплив дозування сухої пшеничної клейковини на зміну граничного напруження зсуву в тісті



Адгезійні властивості тіста визначали також на приладі структурометрі СТ-1М. Результати досліджень представлені на рисунку 3.2.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при дозуванні сухої пшеничної клейковини 2 % максимальне напруження зсуву знизилось на 3 %, адгезія збільшилася на 8 %, для зразка з дозуванням сухої клейковини 3 % показники ідентичні контролю, а для зразка з 4 % клейковини максимальне напруження зсуву збільшилася на 3 % і адгезія знизилась на 4 % відповідно, в порівнянні з контролем.

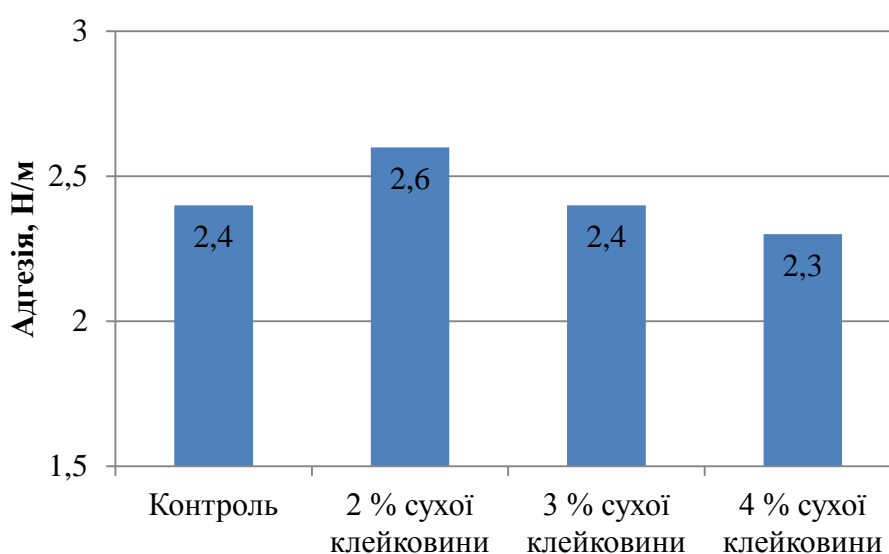


Рисунок 3.2 – Вплив дозування сухої пшеничної клейковини на зміну адгезійних властивостей тіста

З отриманих даних видно, що зниження показника граничного напруження зсуву і збільшення адгезії у першого дослідного зразка в порівнянні з контрольним, а, отже, і в'язкості тіста пояснюється дією власних ферментів зерна, активність яких підвищується внаслідок впливу на зерно світлодіодного опромінення. Ідентичність показників граничного напруження зсуву і адгезії, у зразка з додаванням 3 % сухої пшеничної клейковини і поліпшення цих показників у зразків з додаванням 4 % сухої пшеничної клейковини, в порівнянні з контролем пов'язано з тим, що при додаванні сухої клейковини утворюється

більш міцний клейковинний каркас тіста, який поліпшує його реологічні властивості.

Вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на фізико-хімічні показники тіста

Визначали вплив розробленої технології, що включає попереднє опромінення зерна пшениці жовтими світлодіодами і подальше пророщування в водному розчині з додаванням подрібненого кореня хрону, а також використання різних дозувань сухої пшеничної клейковини при приготуванні тіста, на зміну вологості і кислотності тіста в процесі тістоприготування. Вологість і кислотність тіста визначали відразу після його замісу. Результати представлені в таблиці 3.6.

З отриманих даних видно, що внесення суміші кислот призвело до підвищення кислотності тіста, яка склала  $7,3 \pm 0,2^\circ$ . Досягнення такої кислотності необхідно для інактивації  $\alpha$ -амілази, яка проявляє свою активність при проростанні зерна.

Таблиця 3.6 – Вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на зміну фізико-хімічних показників тіста

| Найменування показника                 | Зразки тіста |                                     |      |      |
|--|--------------|-------------------------------------|------|------|
|  | Контроль     | Вміст сухої пшеничної клейковини, % |      |      |
|  |              | 2                                   | 3    | 4    |
| W тіста після замісу, %                | 44,5         | 47,5                                | 47,5 | 47,5 |
| W тіста після бродіння, %              | 45,5         | -                                   | -    | -    |
| Кислотність тіста після замісу, град   | 1,1          | 7,3                                 | 7,3  | 7,3  |
| Кислотність тіста після бродіння, град | 2,7          | -                                   | -    | -    |

В результаті проведених досліджень нами було встановлено, що приготування тіста за розробленою технологією з використанням пророслого зерна пшениці, що включає попереднє опромінення зерна жовтими світлодіодами і подальше пророщування в водному розчині з додаванням подрібненого кореня хрону, а також використання суміші кислот і сухої пшеничної клейковини при

приготуванні тіста, сприяє поліпшенню структурно-механічних і фізико-хімічних властивостей тіста, скорочення процесу тістоприготування в середньому на 150 хв, порівняно з контролем.

3.3.1.2 Дослідження дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на показники якості зернового хліба

На даному етапі досліджень вивчали вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на показники якості хліба.

Дослідження органолептичних властивостей пшеничного зернового хліба з різним дозуванням сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини.

Органолептичні показники якості зернового хліба також оцінювали за 5-ти бальною системою з урахуванням коефіцієнта вагомості відповідно до загальноприйнятої шкали бальної оцінки хлібобулочних виробів. Результати оцінки органолептичних показників якості хліба зернового пшеничного, приготованого з сухою пшеничною клейковиною, представлені в таблиці 3.7.

Порівняльна оцінка зразків зернового пшеничного хліба показала, що всі вони мали правильну форму, без бічних впливів, з опуклою злегка горбистою шорсткою поверхнею, без великих тріщин і підривів. Досить рівномірно забарвлена кірка була від світло-коричневої (контроль) до коричневої (дослідні зразки), без підгорілого. М'якуш був пропечений, сухий на дотик, без грудочок і слідів непромісу. Пори в зразку з 3 % сухої пшеничної клейковини були рівномірно розвиненими, однорідної величини і товщини, без пустот, пори в контролі і в зразках з 2 % і 4 % сухої пшеничною клейковиною були іноді недорозвинені, різної величини і товщини, часом з порожнечами. У дослідних зразках запах і смак були властиві зерновому хлібу, відчувався аромат і смак кореня хрону.

Таблиця 3.7 – Результати бальної оцінки органолептичних показників якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних

| Органолептичні показники якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних з урахуванням коефіцієнта вагомості, бал | Зразки хліба |                                     |      |      |
|---|--------------|-------------------------------------|------|------|
|   | Контроль     | Вміст сухої пшеничної клейковини, % |      |      |
|   |              | 2                                   | 3    | 4    |
| Зовнішній вигляд  | 4,8          | 5,0                                 | 5,9  | 5,0  |
| Забарвлення кірки   | 4,4          | 7,0                                 | 7,2  | 7,4  |
| Пористість м'якушки   | 2,5          | 2,7                                 | 3,2  | 2,7  |
| Колір м'якушки  | 3,6          | 4,0                                 | 4,1  | 4,2  |
| Еластичність м'якушки   | 6,2          | 8,8                                 | 11,5 | 9,8  |
| Аромат хліба  | 10,5         | 11,2                                | 11,8 | 11,8 |
| Смак хліба  | 8,1          | 12,0                                | 14,4 | 14,2 |
| Розжовуваність  | 6,0          | 6,2                                 | 6,9  | 6,4  |
| Разом   | 46,1         | 56,9                                | 65,0 | 61,5 |

Аналіз результатів бальної оцінки показав, що хліб, отриманий з використанням розробленої технології, має поліпшені органолептичні властивості. Найкращі результати показав хліб з 3 % сухої пшеничної клейковини.

Використання суміші кислот і сухої пшеничної клейковини при замісі тіста сприяє отриманню виробів з більш інтенсивним забарвленням корки і м'якушки, з достатньою пористістю і еластичністю, що покращує його зовнішній вигляд і розжовуваність, а також дозволяє скоротити тривалість приготування хліба. Внесення сухої пшеничної клейковини в кількості 3 % від маси зерна пшениці при замішуванні тіста сприяє отриманню хліба більшого об'єму з кращою пористістю і хорошою еластичністю м'якушки.

Дослідження фізико-хімічних показників якості пшеничного зернового хліба з різним дозуванням сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини

Якість випеченого хліба визначали за такими фізико-хімічними показниками: питомим об'ємом, вологістю м'якушки, його кислотністю,

пористістю. Вплив розробленої технології, з різним дозуванням сухої пшеничної клейковини, на фізико-хімічні показники якості хліба представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Вплив дозування сухої пшеничної клейковини на зміну фізико-хімічних показників хліба

| Найменування показника            | Зразки хліба |                                     |      |      |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|
|                                   | Контроль     | Вміст сухої пшеничної клейковини, % |      |      |
|                                   |              | 2                                   | 3    | 4    |
| Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г | 1,75         | 1,80                                | 1,98 | 1,81 |
| Пористість, %                     | 54,0         | 57,2                                | 62,1 | 57,4 |
| Кислотність, град.                | 2,7          | 7,3                                 | 7,3  | 7,3  |
| Вологість, %                      | 44,5         | 47,5                                | 47,5 | 47,5 |

З отриманих даних можна зробити висновок про те, що хліб, виготовлений за розробленою технологією з використанням пророслого зерна пшениці, що включає попереднє опромінення зерна жовтими світлодіодами і подальше пророщування, у водному розчині з додаванням подрібненого кореня хрону, а також з використанням суміші кислот і сухої пшеничної клейковини при приготуванні тіста, що виключає стадію бродіння тіста, має значно кращі якісні характеристики, в порівнянні з контролем.

При внесенні 2 % сухої пшеничної клейковини відбувається збільшення пористості і питомого об'єму хліба на 6 % і 3 % відповідно, а при внесенні 4 % клейковини пористість і питомий об'єм хліба також збільшуються на 6 % і 3 % відповідно, в порівнянні з контрольним зразком. Внесення 3 % сухої пшеничної клейковини дало найкращі результати, збільшення пористості і питомого об'єму склало 15 % і 13 % відповідно в порівнянні з контролем. Отже, оптимальне дозування сухої пшеничної клейковини становить – 3 %.

Збільшення дозування сухої пшеничної клейковини вище 3 % приводить до отримання хліба меншого об'єму і з більш щільним м'якушем, ймовірно при такому дозуванні добавки утворюється сильніший клейковинний каркас тіста, а в результаті відсутності стадії бродіння тіста клейковинні плівки не встигають

достатньо розтягнутися для отримання тістової заготовки необхідного об'єму після стадії кінцевого вистоювання.

Дослідження зміни структурно-механічних властивостей м'якуша пшеничного зернового хліба в процесі зберігання з різним дозуванням сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини

Вплив різного дозування сухої пшеничної клейковини на процес черствіння виробів при зберіганні визначали також за зміною структурно-механічних властивостей м'якушки на пенетрометрі АП-4/2 через кожні 4, 16, 24 і 48 годин зберігання за методикою, доданою до приладу. Результати експерименту зі зміни загальної деформації стиснення хліба в процесі зберігання представлені на рисунку 3.3.

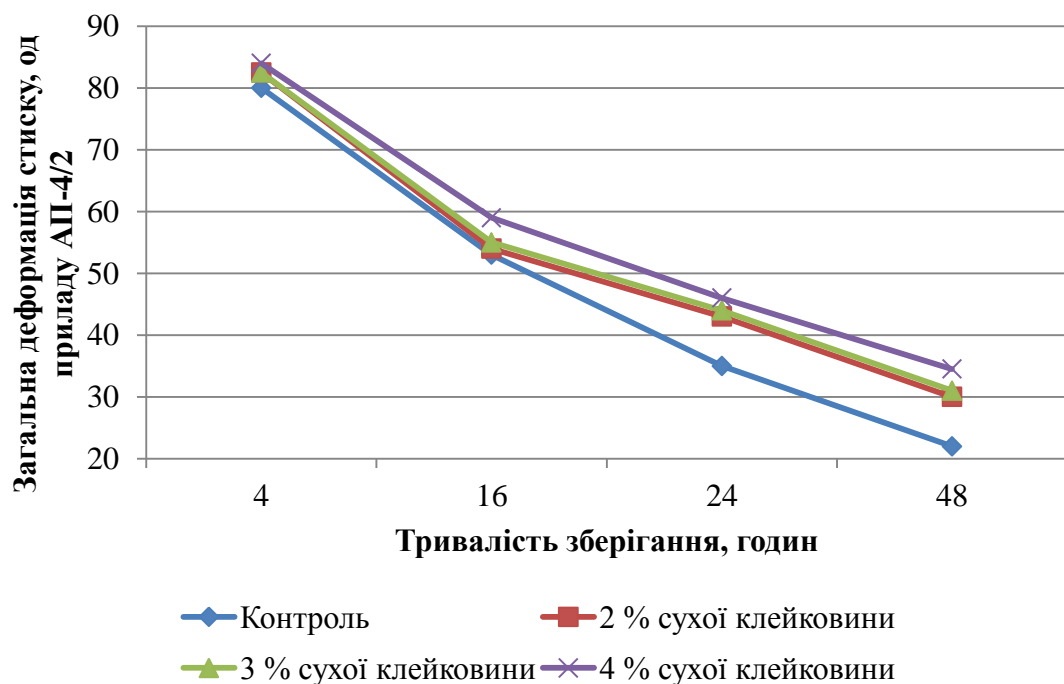


Рисунок 3.3 – Вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої доданої сировини на зміну структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок про те, що використання при виробництві зернового хліба розробленої технології з застосуванням пророслого зерна пшениці, що включає попереднє опромінення

зерна жовтими світлодіодами і подальше пророщування в водному розчині з додаванням подрібненого кореня хрону, а також з використанням суміші кислот і сухої пшеничної клейковини при приготуванні тіста, що виключає стадію бродіння тіста не тільки збільшує питомий об'єм, покращує структуру пористості і структурно-механічні властивості м'якушки, але і сприяє зниженню всихання, призводить до більш тривалого збереження свіжості хліба із пророслого зерна пшениці. Оптимальне дозування сухої пшеничної клейковини для найкращого збереження свіжості хліба становить 3 %.

Так при внесенні 3 % сухої пшеничної клейковини, 1 % цедри апельсина, суміші кислот і використанні світлодіодного опромінення на стадії підготування зерна до виробництва хліба, в процесі зберігання, значення показника загальної деформації стиснення м'якушки на 41 % вище, ніж у контролю після 48 годин зберігання.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що застосування світлодіодного опромінення, подрібненого кореня хрону, сухої пшеничної клейковини в дозуванні 3 % і суміші кислот підвищує термін зберігання свіжості, уповільнює черствіння завдяки впливу різних компонентів, що входять до їх складу, підвищує гідрофільні властивості хліба.

В результаті проведених досліджень встановили, що найкращі структурно-механічні, фізико-хімічні показники якості тіста і органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості хліба спостерігаються при використанні світлодіодного опромінення і подрібненого кореня хрону на стадії підготовки зерна пшениці, сухої пшеничної клейковини в дозуванні 3 % і суміші кислот на стадії приготування тіста і іншої додаткової сировини при приготуванні хліба з пророслого зерна пшениці.

Таким чином, встановили, що застосування розробленої технології хліба з пророслого зерна пшениці, що включає попереднє опромінення зерна жовтими світлодіодами і подальше пророщування в водному розчині з додаванням подрібненого кореня хрону, а також з використанням суміші кислот, сухої пшеничної клейковини в дозуванні 3 % при обробленні тіста, що виключає

стадію бродіння тіста, покращує показники тіста: поліпшуються фізико-хімічні показники, структурно-механічні властивості тіста; поліпшуються фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 15 %, питомий об'єм на 13 %; підвищується термін збереження свіжості хліба, в порівнянні з контролем.

### 3.3.2 Рецептатура і режими приготування хліба із суміші пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту

Особливістю тіста з пророслого зерна пшениці є відсутність розвиненого тривимірного каркаса, основу якого складають клейковинні білки. Під час подрібнення зернової маси структура зерна руйнується, частинки, що утворюються мають досить великі розміри (порівняно з розмірами частинок борошна). Зазначені фактори в сукупності з підвищеним вмістом в зернової масі пентозанів, висівкових частинок перешкоджають створенню каркаса клейковини [43]. Відсутність клейковинного каркаса і активація ферментативного комплексу пророслого зерна призводить до отримання хліба з низькими фізико-хімічними показниками. Тому, з метою поліпшення органолептичних та фізико-хімічних властивостей хліба доцільним вважали заміну частини пророслого зерна пшениці борошном вищого сорту.

Хліб зерновий пшеничний на хмільній заквасці готували з суміші диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту у співвідношенні 70:30, 60:40 і 50:50. Замочування зерна здійснювали в розчині ферментного препарату Пектаваморин Г20Х в кількості 0,09 % до маси сухих речовин зерна і додаванням подрібненого до розміру часток 600 мкм кореня хрону в кількості 1 % від маси сухих речовин зерна, при співвідношенні зерна і води 1:1, при температурі 20 °С протягом 18 годин, до появи паростків 1 мм. Після закінчення пророщування зерно подрібнювали на диспергаторі і в отриману зернову масу вводили дріжджі пресовані у вигляді суспензії і хмільну закваску. Заміс проводили протягом 10 хвилин. Бродіння здійснювали в дві фази. Тривалість бродіння опари 1,5 – 2,0 годин, температура опари 32 – 33 °С, кислотність 5 – 6 град. Далі вводили в опару цукор пісок, соняшникову олію,



розчин солі, борошно хлібопекарське вищого сорту. Заміс тіста здійснювали протягом 10 хвилин. Тривалість бродіння тіста склала 0,5 – 1 годин, температура тіста 32 – 33 °С, кінцева кислотність 6 – 7 град.

Готове тісто обробляли на шматки масою 350 г, тістові заготовки укладали в форми і направляли на вистоювання. Тривалість вистоювання 35 хв при температурі 35 °С і відносній вологості повітря 75 – 80 %. Випічку хліба здійснювали протягом 30 – 35 хв при температурі 200 – 220 °С. Через чотири години після випічки здійснювали аналіз хліба за органолептичними та фізико-хімічними показниками. У таблиці 3.9 представлена рецептура і режими приготування хліба на хмільний заквасці.

При приготуванні зернового хліба використовували хмільну закваску, основу якої складають штами молочнокислих бактерій, дріжджів і пропіоновокислих бактерій наступних видів: *Lactobacillus casei* CI, *L. brevis* 78, *L. Fermenti* 34, *Saccharomyces cerevisiae* 69, які знаходяться в співвідношеннях; 0,5:0,25:0,25:1,0. В якості поживного субстрату для приготування закваски використовується борошняна оцукрена заварка, яка готується з борошна пшеничного другого сорту при співвідношенні борошно:вода – 1:3, з додаванням хмелевого концентрату. Закваска має наступні біохімічними і технологічними характеристиками: мальтазна активність – 65 – 70 хв, підйомна сила – 15 – 20 хв., Кислотність – 8 – 12 град.

Таблиця 3.9 – Рецептатура на 100 кг зерна і борошна та режим приготування закваски та тіста для хліба зернового пшеничного

| Найменування сировини,<br>напівфабрикатів і показників<br>процесу | Витрата сировини і параметри процесу<br>приготування тіста на хмільній заквасці |                |  |
|---|---|----------------|--|
|   | Хмільова<br>закваска  | Опара          | Тісто                                      |
| Закваска, кг  | -   | 15             | -  |
| Зерно пшениці, кг   | -   | 50 – 70        | -  |
| Борошно пшеничне<br>хлібопекарське вищого сорту, кг               | -   | -              | 25,62 – 45,62                              |
| Борошно пшеничне<br>хлібопекарське другого сорту, кг              | 4,38  | -              | -  |
| Хмільовий концентрат, кг  | 0,01  | -              | -  |
| Дріжджі хлібопекарські<br>пресовані, кг                           | -   | 1,5            | -  |
| Сіль кухонна, кг  | -   | -              | 1,5  |
| Корінь хрону, кг  | -   | 0,43 – 0,60    | -  |
| Цукор-пісок, кг   | -   | -              | 2,0  |
| Олія соняшникова рафінована, кг                                   | -   | -              | 2,0  |
| Вода, кг  | 10,61   | за розрахунком | за розрахунком                             |
| Пектаваморин Г20Х, кг   | -   | 0,039 – 0,054  | -  |
| Температура початкова, °С   | 25 – 28   | 28 – 30        | 28 – 30                                    |
| Тривалість бродіння, хв   | 180 – 240   | 90 – 120       | 30 – 60                                    |
| Кислотність кінцева, град.  | 8 – 12  | 5 – 6          | 6 – 7                                      |
| Вологість, %  | 80 – 84   | 54 – 56        | не більше $W_{\text{хл}} +$<br>(0,5 – 1,0) |
| Тривалість випічки, хв  | -   | -              | 30 – 35                                    |

3.3.2.1 Дослідження впливу співвідношення диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на властивості тіста

На даному етапі дослідження вивчали вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на властивості тіста.

Вплив співвідношення диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на інтенсивність газоутворення в тісті

Газоутворювальна здатність є важливим показником, що дозволяє судити про інтенсивність процесів бродіння і вистоювання. Цей показник впливає на органолептичні властивості, об'єм хліба, структуру пористості м'якушки.

Для визначення впливу внесених добавок на газоутворювальну здатність тіста використовували прилад Яго-Островського. Заміри кількості діоксиду вуглецю, виділеного тістом при бродінні, проводилися протягом 5 годин. Тісто готували в дві стадії з використанням хмелевої закваски. Аналізовані зразки тіста готувалися за рецептурою наведеної в таблиці 16.

Інтенсивність виділення діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) в процесі бродіння, зображена на рисунку 3.4.

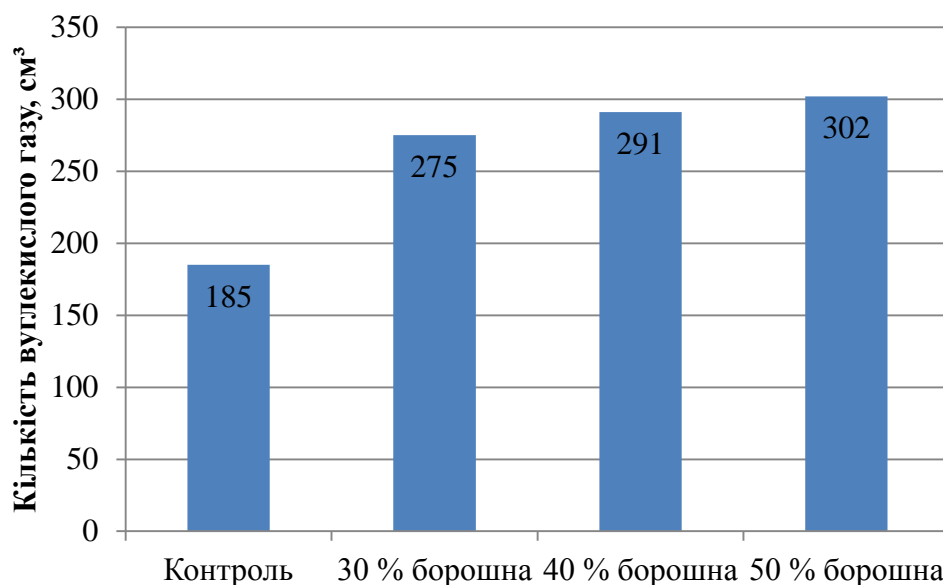


Рисунок 3.4 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту на інтенсивність газоутворення в тісті

Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що приготування тіста з різним співвідношенням диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту на хмільній заквасці впливає на зміну газоутворювальної здатності тіста в

такий спосіб: при співвідношенні диспергованого зерна і борошна вищого сорту 70:30 кількість діоксиду вуглецю, що виділився за 5 годин бродіння збільшилася на 49 %, при співвідношенні 60:40 на 58 %, при співвідношенні 50:50 на 64 %, порівняно з контролем.

З отриманих даних видно, що найбільше значення показника газоутворюючої здатності спостерігається у варіанті з 50 % борошна, за запропонованим способом приготування хліба.

Збільшення інтенсивності процесу виділення вуглекислого газу при використанні на стадії замочування зерна ферментного препарату Пектаваморін Г20Х і подрібненого кореня хрону відбувається внаслідок утворення додаткових кількостей моно- і дисахаридів під дією комплексу ферментів. Впливаючи на клітинні оболонки зерна, ферментний препарат гідролізує некрохмальні полісахариди, а також підвищує атакованість крохмалю власними ферментами зерна, в результаті чого в зерновій масі присутня додаткова кількість цукрів, що сприяють підвищенню бродильної активності дріжджових клітин. Крім того, вуглеводи і мінеральні речовини, що входять до складу подрібненого кореня хрону, створюють сприятливі умови для життєдіяльності дріжджів. А також збільшення газоутворення в тісті може відбуватися за рахунок введення закваски, з якою вноситься додаткова кількість дріжджів і низькомолекулярних цукрів, які інтенсифікують процес газоутворення.

Збільшення частки пшеничного борошна вищого сорту до 50 % інтенсифікує процес газоутворення. Ймовірно, це відбувається через підвищення кількості крохмалю в тісті, а в результаті високої активності власних амیلолітичних ферментів зерна, він гідролізується до простих цукрів, в свою чергу є поживним середовищем для дріжджових клітин. Подальше збільшення частки борошна в тісті не доцільно, так як при цьому буде знижуватися харчова цінність зернового хліба. Отже, оптимальним співвідношенням диспергованого зерна і борошна вищого сорту є 50:50.

Вплив співвідношення диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на структурно-механічні властивості тіста

Структурно-механічні властивості тіста є важливою технологічною характеристикою, які в підсумку зумовлюють отримання виробів високої якості. При оцінці споживчих переваг хліба вони мають вирішальне значення. У зв'язку з цим доцільно вивчення структурно-механічних властивостей тіста. Реологічні властивості тіста характеризували за його опору деформуючому навантаженню на приладі структурометр і пенетрометр.

До основних реологічних властивостей матеріалів відносяться: в'язкість, пружність, пластичність і міцність. У одного і того ж матеріалу в залежності від його стану і умов напруги виявляються різні властивості. Найбільш важливою величиною, що визначає різний стан речовин, є в'язкість (внутрішнє тертя) – міра опору течії, що дорівнює відношенню напруги зсуву до швидкості зсуву. В'язкість залежить від температури, тиску, ступеня дисперсності тощо.

Під напругою зсуву розуміється опір тіла дії дотичної складової доданої сили. Напруга зсуву дорівнює відношенню цієї сили до поверхні зсуву. Мінімальна сила, необхідна для здійснення зсуву (переміщення шарів на площі зсуву), визначається величиною граничної напруги зсуву. Визначення питомої напруги зсуву в зразках проводили на пенетрометрі АП 4/2 (за опором дії дотичній складової сили під кутом 45), за методикою, доданою до приладу.

Результати досліджень представлені на рисунку 3.5.

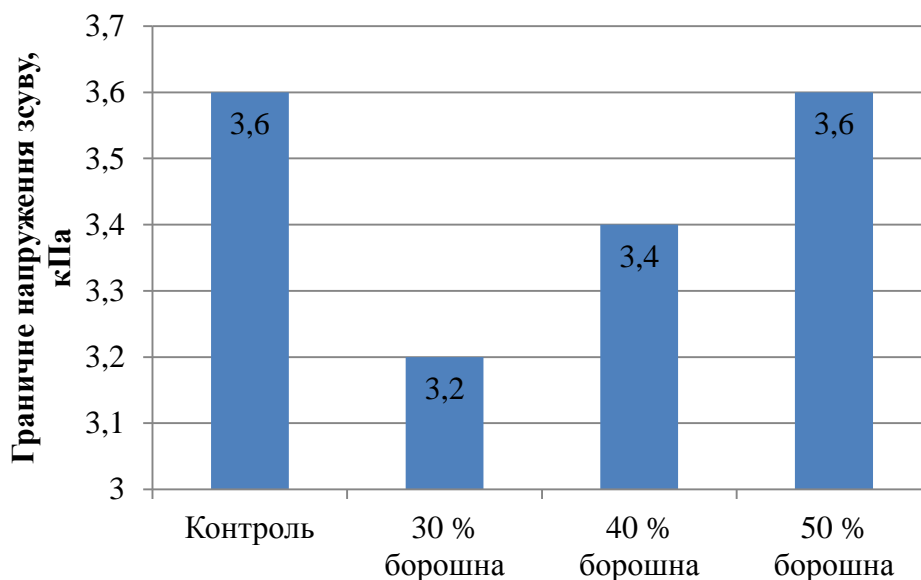


Рисунок 3.5 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту на зміну граничного напруження зсуву в тісті

Адгезійні властивості тіста визначали на приборі структурометрі СТ-1М, за методикою, що додається до нього. Результати досліджень представлені на рисунку 3.6.

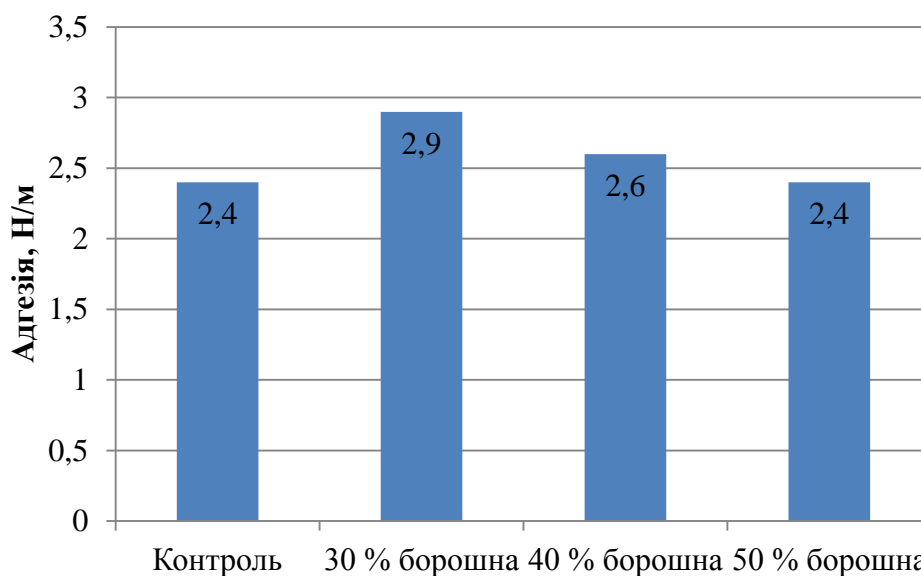


Рисунок 3.6 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці та борошна вищого сорту на зміну адгезійних властивостей тіста

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що зниження показника граничного напруження зсуву і збільшення адгезії у двох дослідних зразках у порівнянні з контрольним, а, отже, і в'язкості тіста пояснюється дією ферментного препарату Пектаваморин Г20Х.

Так, при співвідношенні диспергованого зерна і борошна вищого сорту 70:30 максимальне напруження зсуву зменшилась на 11 %, адгезія збільшилась на 21 %, а для зразка зі співвідношенням 60:40 на 6 % і 8 % відповідно, в порівнянні з контролем.

Зниження в'язкості тіста пов'язано з тим, що ферментний препарат гідролізує клітинні стінки оболонки зерна, в результаті чого накопичуються велика кількість низькомолекулярних речовин, що сприяють розрідженню тіста. Підвищення частки борошна в тісті до 50 % позитивно позначається на реологічних властивостях тіста і показники зміни граничної напруги зсуву і адгезійних властивостей рівні з контрольним зразком. Ймовірно, зі збільшенням частки борошна в тісті утворюється міцніший клейковинний каркас, що сприятливо позначається на реологічних властивостях тіста.

Вплив співвідношення диспергованого пророслого зерна пшениці та борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на фізико-хімічні показники тіста

Було вивчено вплив розробленої технології, що включає замочування зерна пшениці в розчині ферментного препарату Пектаваморин Г20Х з подрібненим коренем хрину, з внесенням різної кількості борошна при замісі на зміну вологості і кислотності тіста в процесі тістоприготування. Визначали ці показники відразу після замісу тіста і після його бродіння. Результати представлені в таблиці 3.10.

Встановлено, що збільшення частки внесеного борошна з 30 % до 50 % призвело до підвищення кислотності. Найбільшою кислотністю володіє зразок з 50 % борошна, кислотність якого становить 6,5°. Досягнення такої кислотності необхідно для інактивації  $\alpha$ -амілази, яка проявляє свою активність при проростанні зерна. Таким чином, оптимальна частка борошна, що вноситься становить – 50 %.

Таблиця 3.10 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці та борошна вищого сорту на зміну фізико-хімічних показників тіста

| Найменування показника                 | Зразки тіста |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  | Контроль     | 30 % борошна | 40 % борошна | 50 % борошна |
| W тіста після замісу, %                | 44,5         | 45,5         | 45,5         | 45,5         |
| W тіста після бродіння, %              | 45,5         | 45,5         | 45,5         | 46,5         |
| Кислотність тіста після замісу, град   | 1,1          | 3,2          | 3,2          | 3,2          |
| Кислотність тіста після бродіння, град | 2,7          | 5,7          | 5,7          | 6,5          |

Проведені дослідження також показали, що в кінці бродіння тіста, у всіх варіантах досліду, відбувається збільшення вологості, в порівнянні з щойно замішаним тістом не більше ніж на 1 %.

Таким чином, в результаті проведених досліджень нами було встановлено, що приготування тіста за розробленою технологією з використанням пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту в співвідношенні 50:50 сприяє інтенсифікації газоутворення, поліпшенню фізико-хімічних і збереженню структурно-механічних властивостей тіста, порівняно з контролем.

### 3.3.2.2 Дослідження впливу співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на показники якості хліба

На даному етапі дослідження вивчали вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на показники якості хліба.

Дослідження органолептичних властивостей пшеничного зернового хліба з різним співвідношенням диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини.

Органолептичні показники якості зернового хліба є важливою споживчою характеристикою. Сенсорна оцінка зразків хліба здійснювалася не раніше, ніж через 4 години і не пізніше ніж через 24 години після видалення виробів з печі за



5-ти бальною системою з урахуванням коефіцієнта вагомості відповідно до загальноприйнятої шкали бальної оцінки хлібобулочних виробів.

Результати оцінки органолептичних показників якості хліба зернового пшеничного, приготованого на заквасці, представлені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати бальної оцінки органолептичних показників якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних

| Органолептичні показники якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних з урахуванням коефіцієнта вагомості, бал | Зразки хліба |              |              |              |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | Контроль     | 30 % борошна | 40 % борошна | 50 % борошна |
| Зовнішній вигляд  | 4,8          | 5,4          | 5,9          | 6,1          |
| Забарвлення кірки   | 4,4          | 7,5          | 7,8          | 8,1          |
| Пористість м'якушки   | 2,5          | 3,2          | 3,5          | 3,8          |
| Колір м'якушки  | 3,6          | 4,3          | 4,4          | 4,6          |
| Еластичність м'якушки   | 6,2          | 10,8         | 11,2         | 12,0         |
| Аромат хліба  | 10,5         | 11,8         | 12,1         | 12,5         |
| Смак хліба  | 8,1          | 14,0         | 14,4         | 15,1         |
| Розжовуваність  | 6,0          | 6,8          | 6,9          | 7,2          |
| Сума балів  | 46,1         | 63,8         | 66,2         | 69,4         |

Порівняльна оцінка зразків зернового пшеничного хліба показала, що всі вони мали правильну форму, без бічних впливів, з опуклою злегка горбистою шорсткою поверхнею, без великих тріщин і підривів. На хлібобулочних виробках, приготованих на хмільний заквасці, спостерігалася мучнистість поверхні. Досить рівномірно забарвлена кірка була від світло-коричневої (контроль) до коричневої, без підгорілого. М'якуш був пропечений, сухий на дотик, без грудочок і слідів непромісу. Пори в зразках були рівномірно розвинутими, однорідної величини і товщини, без пустот. Запах і смак були властиві зерновому хлібу, трохи відчувався аромат і смак хрону. Таким чином, аналіз результатів бальної оцінки показав, що хліб, отриманий з використанням розробленої технології, має поліпшені органолептичні властивості.

Приготування хліба на хмільний заквасці із застосуванням пророслого зерна пшениці і борошна, в порівнянні з контролем, сприяє отриманню виробів з більш інтенсивним забарвленням кірки і м'якушки, з достатньою пористістю і еластичністю, що покращує його зовнішній вигляд і розжовуваність. Внесення борошна в кількості 50 % від загальної маси диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту при замішуванні тіста сприяє отриманню хліба більшого об'єму з кращою пористістю і хорошою еластичністю м'якушки.

Дослідження фізико-хімічних показників якості пшеничного зернового хліба з різним співвідношенням диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини.

Якість випеченого хліба визначали за фізико-хімічними показниками: питомим об'ємом, вологістю м'якушки, кислотністю, пористістю. Вплив розробленої технології з різним співвідношенням зерна пшениці і борошна вищого сорту на фізико-хімічні показники якості хліба представлені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту на зміну фізико-хімічних показників хліба

| Найменування показника             | Зразки хліба |              |              |              |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    | Контроль     | 30 % борошна | 40 % борошна | 50 % борошна |
| Питомий об'єм, см <sup>3</sup> / г | 1,75         | 1,98         | 2,11         | 2,41         |
| Пористість, %                      | 54,0         | 60,5         | 62,0         | 64,4         |
| Кислотність, град                  | 2,7          | 5,5          | 5,5          | 6,5          |
| Вологість, %                       | 44,5         | 45,5         | 45,5         | 46,5         |

При внесенні 30 % борошна відбувається збільшення пористості і питомого об'єму хліба на 12 % і 13 % відповідно, а при внесенні 40 % борошна пористість і питомий об'єм хліба збільшується на 15 % і 21 % відповідно, в порівнянні з контрольним зразком. Внесення 50 % борошна дало найкращі результати, збільшення пористості і питомого об'єму склало 19 % і 38 % порівняно з

контролем. Таким чином, оптимальна частка борошна, що вноситься становить – 50 %.

Дослідження зміни структурно-механічних властивостей м'якуша пшеничного зернового хліба в процесі зберігання з різним співвідношенням диспергованого пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини.

При зберіганні хліба в звичайних температурних умовах (15 – 25 °С) приблизно через 10 – 12 годин з'являються ознаки черствіння, підсилюється в міру подальшого збільшення тривалості зберігання хліба. Черствіння хліба дуже важлива проблема, так як в процесі зберігання хліба одночасно зі зміною структурно-механічних властивостей м'якушки змінюється його смак і аромат. А ці характеристики дуже важливі для споживача [9]. Літературні дані свідчать про те, що застосування ферментних препаратів в хлібопекарському виробництві дозволяє не тільки послабити властивості тіста і якість хліба, а й сповільнити інтенсивність його черствіння [42].

Вплив різної кількості внесення борошна вищого сорту в зернову масу на процес черствіння виробів при зберіганні визначали за зміною структурно-механічних властивостей м'якушки на пенетрометри АП-4/2 через кожні 4, 16, 24 і 48 годин зберігання за методикою, що додається до приладу. Визначали такі структурно-механічні властивості м'якушки, як: ступінь стисливості, пружності і пластичності. Ці показники виражаються в одиницях шкали приладу. Результати експерименту зі зміни загальної деформації стиснення хліба в процесі зберігання представлені на рисунку 3.7.

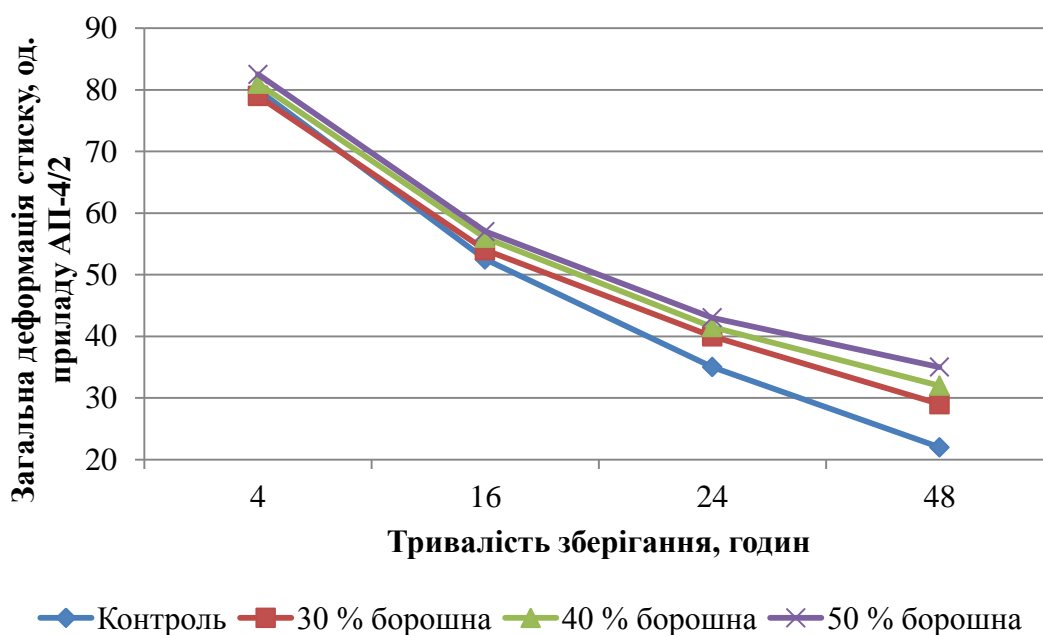


Рисунок 3.7 – Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту і іншої додаткової сировини на зміну структурно-механічних властивостей м'якушки хліба в процесі зберігання

В процесі проведення аналізу, що полягає у визначенні ступеня черствіння зернового хліба при його зберіганні спостерігали, що в перші чотири години після випічки хліб мав яскраво виражений аромат, смак, мав тендітну скоринку, еластичний м'якуш, що не кришиться і легко стискається. Це можна пояснити тим, що в перші чотири години зберігання в готовому продукті ще триває гідроліз крохмалю, що супроводжується збільшенням водорозчинних речовин м'якушки.

При подальшому зберіганні хліб втрачав початковий аромат, смак. М'якуш ставав більш твердим, менш стисливим і більш кришився. Крихкість м'якушки пояснюється тим, що навколо поверхні зерен клейстеризованого крохмалю знаходиться повітряний прошарок, розмір якого обумовлений зменшенням об'єму крохмальних зерен (в результаті структура м'якушки ущільнюється) [9].

Використання при виробництві зернового хліба розробленої технології із застосуванням ферментного препарату Пектаваморин Г20Х і хмелевої закваски не тільки збільшує питомий об'єм, покращує структуру пористості і структурно-механічні властивості м'якушки, а й сприяє зниженню всихання, призводить до

більш тривалого збереження свіжості хліба з пророслого зерна пшениці. Оптимальне співвідношення пророслого зерна і борошна для найкращого збереження свіжості хліба становить 50:50. Так при внесенні 15 % закваски, 1 % подрібненого кореня хрону, 0,09 % Пектаваморину Г20Х і співвідношенні зерна та борошна 50:50 в процесі зберігання значення показника загальної деформації стиснення м'якушки вище на 59 %, ніж у контролю після 48 годин зберігання.

Отримані результати експерименту дозволяють зробити висновок про те, що використання розробленої технології із застосуванням ферментного препарату Пектаваморин Г20Х, подрібненого кореня хрону, хмільної закваски при співвідношенні зерна та борошна вищого гатунку 50:50 підвищує строк зберігання свіжості, уповільнює черствіння завдяки впливу різних компонентів, що входять до їх складу, запобігає ретроградації крохмлю, підвищує гідрофільні властивості хліба.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановили, що при застосуванні розробленої технології хліба з пророслого зерна пшениці з використанням ферментного препарату Пектаваморин Г20Х і подрібненого кореня хрону на стадії замочування зерна пшениці, хмільної закваски і співвідношення пророслого зерна і борошна вищого сорту 50:50 на стадії приготування тіста, покращуються показники тіста: спостерігається зростання газоутворення на 64 %, поліпшуються фізико-хімічні показники, зберігаються структурно-механічні показники тіста; поліпшуються фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 19 %, питомий об'єм на 38 %; підвищується термін зберігання свіжості хліба, в порівнянні з контролем.

Розроблені інноваційні технології хліба з пророслого зерна пшениці дозволяють поліпшити показники якості тіста: спостерігається зростання газоутворення на 64 – 70 %, поліпшуються фізико-хімічні показники, практично не змінюються або поліпшуються структурно-механічні властивості тіста; поліпшуються фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 15 – 19 %, питомий об'єм на 11 – 38 %; підвищується термін зберігання свіжості хліба, в порівнянні з контролем. апробація отриманих зразків хліба, при цьому, була

отримана висока оцінка працівниками галузі. Тому, розроблені інноваційні технології хліба з пророслого зерна пшениці можна рекомендувати для виробництва в умовах хлібозаводів і пекарень.

### Висновки до розділу

Розроблено інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці. Показані до застосування хмельова, густа зернова закваски і прискорена технологія, що поліпшують фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 15 – 19 %, питомий об'єм на 11 – 38 %; покращуються органолептичні показники якості і підвищується термін збереження свіжості хліба, в порівнянні з контролем.

Розроблено способи прискорення процесу пророщування зерна пшениці на 6 годин за рахунок використання комплексних ферментних препаратів Пектаваморин Г20Х в дозуваннях 0,09 %, відповідно, від маси сухих речовин зерна, а також світлодіодного опромінення зерна перед замочуванням, з жовтими світлодіодами протягом 60 с в імпульсному режимі з частотою повторення імпульсів 3 кГц при тривалості імпульсу 0,25 мкс.

Запропоновано способи підвищення мікробіологічної безпеки хліба з пророслого зерна пшениці – внесення в воду для замочування подрібненого кореня хрону і цедри апельсина в концентраціях 1 % і 5 % відповідно. Їх антисептична дія проявляється у великому ступені по відношенню до бактерій і в меншій – до грибів і дріжджів. Кількість бактерій знижується на 57 – 71 %, цвілевих грибів – на 30 – 44 %, в порівнянні з контролем.

#### 4 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ХЛІБА З ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Харчова цінність – це поняття, що відображає всю повноту корисних властивостей харчового продукту, включаючи ступінь забезпеченості фізіологічних потреб людини в основних харчових речовинах, енергії, органолептичні властивості продукту. Харчова цінність характеризується хімічним складом харчового продукту з урахуванням його споживання в загальноприйнятих кількостях. Харчова цінність це поєднання, таких характеристик як біологічна і енергетична цінність, вміст основних харчових речовин, смакові переваги і ряд інших характеристик. Споживання основних харчових речовин (білків, жирів і вуглеводів) має перебувати в межах фізіологічно необхідних співвідношень між ними.

Існують різні способи підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів: внесення різних добавок рослинного походження, а також продуктів життєдіяльності різних мікроорганізмів; внесення синтетичних речовин; підвищення виходів борошна з метою включення в неї по можливості всіх частин алейронового шару і зародка, що найбільш багаті мінеральними речовинами, вітамінами, білками і клітковиною. Серед добавок рослинного походження перевага в основному віддається продуктам, які добувають з анатомічних частин зерна [43]. Одним з цих способів є використання цілого зерна зі збереженням всіх периферійних частин. Найбільшу цінність представляє хліб з пророслого зерна пшениці, так як при проростанні зерна важко засвоювані з'єднання переходять в більш прості, утворюються вітаміни, амінокислоти, мінеральні речовини, вуглеводи. Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту.

Харчова цінність хліба з пророслого зерна пшениці, як і будь-якого харчового продукту, визначається в першу чергу його калорійністю,

засвоюваністю, вмістом у ньому додаткових факторів харчування: вітамінів, мінеральних речовин і незамінних амінокислот [31].

За даними дієтологів в Україні за рахунок хліба людина отримує 37 % загальної калорійності раціону харчування, задовольняється близько 30 % загальної потреби в білках, в тому числі в білках рослинного походження.

При традиційному розмелі зерна пшениці з нього видаляються цінні компоненти, які містяться в периферійних частинах і зародку (від ендосперму відокремлюються оболонки, алейроновий шар). В результаті в кінцевому продукті міститься незначна кількість вітамінів, білкових, мінералів, різко скорочується кількість важливих для здоров'я баластних речовин в рафінованих харчових продуктах [1]. Мінеральні речовини, як і вітаміни, сконцентровані в оболонці зерна і при звичному помелі в значній мірі видаляються. Так з 28 життєво важливих елементів пшениці 9 зникають зовсім. При очищенні зерна біле борошно втрачає: золи -78 %; кальцію – 60 %; фосфатів – 71 %; магнію – 85 %; хрому – 40 %; марганцю – 86 %; заліза – 70 %; кобальту – 89 %; міді – 68 %; цинку – 78 %; молібдену – 48 %; селену – 16 %; вітаміну В<sub>6</sub> – 71 %. За даними західноєвропейських вчених, борошно високих сортів у порівнянні з борошном з цілнормального зерна втрачають близько 2/3 вітаміну В<sub>2</sub>, понад 80 % вітаміну В<sub>1</sub> і РР, повністю видаляється вітамін Е, більш 3/4 заліза, міді, марганцю і калію, близько половини магнію. Для їх збереження раціонально використання пророслого зерна пшениці [51]. Хліб з пророслого зерна містить на 16 % більше білка, в 2 рази більше вітамінів групи В, на 65 % більше вітаміну Е, в 4 рази вищий вміст харчових волокон, ніж у хлібі з сортового борошна [11].

Визначення вмісту вітамінів в досліджуваних зразках хліба. Кількість вітамінів визначали в сухому і пророслому зерні, контролі, і в досліджуваних зразках хліба з оптимізованою рецептурою, методом високоефективної рідинної хроматографії на приладі миліхром-5. Результати визначення представлені в таблиці 4.1.



Таблиця 4.1 – Вміст вітамінів в зерні пшениці і зерновому хлібі

| Зразок   | Вміст вітамінів, мг/100 г |            |                |            |                |            |       |            |       |            |
|--|---------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|-------|------------|-------|------------|
|  | В <sub>1</sub>            | Приріст, % | В <sub>2</sub> | Приріст, % | В <sub>6</sub> | Приріст, % | РР    | Приріст, % | Е     | Приріст, % |
| Зерно пшениці  | 0,251                     | -          | 0,125          | -          | 0,130          | -          | 4,842 | -          | 0,907 | -          |
| Проросле зерно пшениці   | 0,301                     | 19,9       | 0,154          | 23,2       | 0,162          | 24,6       | 5,524 | 14,1       | 1,209 | 13,3       |
| Контроль   | 0,203                     | -          | 0,09           | -          | 0,08           | -          | 3,612 | -          | 0,821 | -          |
| Хліб зерновий пшеничний, із співвідношенням зерна і борошна в/г 50:50 %                        | 0,212                     | 4,4        | 0,109          | 21,1       | 0,112          | 40,0       | 4,652 | 28,8       | 0,911 | 11,0       |
| Хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою, на густій зерновій заквасці у дозуванні 40 %         | 0,247                     | 21,7       | 0,138          | 53,3       | 0,140          | 75,0       | 4,916 | 36,1       | 1,014 | 23,5       |
| Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот | 0,229                     | 12,8       | 0,128          | 42,2       | 0,138          | 72,5       | 4,781 | 32,4       | 1,073 | 30,7       |

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що більшою вітамінною цінністю володіє сухе і пророщене зерно пшениці, в порівнянні з контролем і дослідними зразками хліба. Найкращими показниками вітамінної цінності володіє проросле зерно пшениці, так як при розвитку проростка відбувається збільшення вмісту вітамінів групи В на 19,9 – 24,6 %, Е на 13,3 % і РР на 14,1, в порівнянні з сухим зерном.

Крім вмісту вітамінів у вихідній сировині (проросле зерно пшениці) вельми важливим фактором, від якого залежить кінцевий вміст того чи іншого вітаміну в хлібі, є його руйнування в умовах випічки. Найбільш досліджені термолабільність вітамінів В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub>, їх втрати, що відбуваються в процесі випічки. Дані дослідів показують, що втрати цих вітамінів при випічці пшеничного хліба порівняно невеликі, але можуть в значній мірі коливатися (8 – 30 %) – тут вирішальним фактором є тривалість випічки хліба.

Вітамін В<sub>6</sub> більш стійкий до температури випікання і його втрати при випічці складають 5 – 25 %. Ніацин (РР) – один з найбільш стабільних вітамінів і основні втрати виникають через вилуговування в воді для приготування їжі. Природний вітамін Е, присутній в харчовій сировині в формі *alfa*-токоферолу, повільно окислюється під впливом повітря, стабільність вітаміну Е дуже висока і його втрати з'являються тільки при тривалому нагріванні [51].

Зразки хліба, вироблені за розробленими технологіями з пророслого зерна пшениці, мають більшу вітамінну цінність, в порівнянні з контрольним зразком.

Так, хліб зерновий пшеничний, із співвідношенням зерна і борошна вищого сорту 50:50 % містить більше вітаміну В<sub>1</sub> на 4,4 %, В<sub>2</sub> – на 21,1 %, В<sub>6</sub> – на 40,0 %, РР – на 28,8 %, Е – на 11,0 %, в порівнянні з контролем. Хліб з пророслого зерна пшениці «Цедра +» на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % містить більше вітаміну В<sub>1</sub> – на 21,7 %, В<sub>2</sub> – на 53,3 %, В<sub>6</sub> – на 75,0 %, РР – на 36,1 %, Е – на 23,5 %, в порівнянні з контролем. Хліб з пророслого зерна пшениці «Зерновий пікантний» з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот містить більше вітаміну В<sub>1</sub> на 12,8 %, В<sub>2</sub> – на 42,2 %, В<sub>6</sub> – на 72,5 %, РР – на 32,4 %, Е – на 30,7 %, в порівнянні з контролем.

#### 4.1 Визначення амінокислотного складу білка в досліджуваних зразках хліба

Амінокислотний склад білка хліба визначали в досліджуваних зразках хліба з оптимізованою рецептурою і в контролі, хроматографічним методом аналізу з використанням електрохімічного детектування.

Аналіз амінокислотного складу включає повний кислотний гідроліз досліджуваного білка або пептиду за допомогою 5,7 н соляної кислоти і кількісне визначення всіх амінокислот в гідролізаті. Гідроліз зразка проводиться в запаяних ампулах у вакуумі при 110 °С протягом 24 годин.

З метою більш надійного визначення амінокислотного складу білка проводиться паралельний гідроліз протягом 24, 48 і 96 годин, і всі спроби далі кількісно аналізуються. Для валіну, лейцину і ізолейцину беруться максимальні значення, а для серину і треоніну отримані значення екстраполуються до нульового часу. При аналізі вмісту в білку триптофану замість соляної кислоти для гідролізу використовується 4 н метан-сульфонова кислота ( $\text{CH}_3\text{-SO}_3$ ). Триптофан ідентифікували спектрофотометрично.

Кількісне визначення амінокислот в гідролізаті білка або пептиду проводиться за допомогою амінокислотного аналізатора. Суміш амінокислот розділяється методом іонообмінної хроматографії на колонці, заповненій сульфованою полістирольною смолою. Колонка промивається буферними розчинами з послідовним підвищенням їх рН і молярності. Час утримування кожної амінокислоти строго визначено і залежить від ступеня її іонізації.

Амінокислотний склад білка в обумовлених зразках приведений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Амінокислотний склад білка в обумовлених зразках

| Найменування амінокислоти, г/100 г | Контроль | Хліб зернової пшениці зі співвідношенням і борошна в/г 50:50 % | Приріст, % | Хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою, на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % | Приріст, % | Хліб з пророслого зерна пшениці, з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот | Приріст, % |
|------------------------------------|----------|--|------------|--|------------|---|------------|
| Лізин                              | 2,43     | 2,65   | 9,1        | 3,92   | 61,3       | 3,50  | 44,0       |
| Гістидин                           | 2,05     | 2,02   | -          | 2,25   | 9,8        | 2,35  | 14,6       |
| Аргінін                            | 4,36     | 4,30   | -          | 6,99   | 60,3       | 5,22  | 19,7       |
| Аспарагінова кислота               | 4,18     | 4,22   | 1,0        | 4,79   | 14,6       | 4,53  | 8,4        |
| Треонін                            | 2,24     | 1,98   | -          | 2,68   | 19,6       | 2,50  | 11,6       |
| Серін                              | 2,96     | 2,73   | -          | 3,90   | 31,8       | 3,74  | 26,4       |
| Глютамінова кислота                | 21,18    | 20,92  | -          | 23,29  | 10,0       | 22,93   | 8,31       |
| Пролин                             | 10,46    | 11,87  | 1,1        | 12,83  | 22,7       | 12,41   | 18,6       |
| Гліцин                             | 3,86     | 3,27   | -          | 3,17   | -          | 3,60  | -          |
| Аланін                             | 2,92     | 2,61   | -          | 3,08   | 5,5        | 3,98  | 36,3       |
| Валін                              | 4,11     | 3,98   | -          | 4,51   | 9,7        | 4,22  | 2,7        |
| Ізолейцин                          | 2,53     | 2,59   | 2,4        | 3,73   | 47,4       | 3,67  | 45,1       |
| Лейцин                             | 5,38     | 4,86   |            | 6,78   | 26,0       | 6,88  | 27,9       |
| Тирозин                            | 1,46     | 1,52   | 4,1        | 2,64   | 80,8       | 2,29  | 56,9       |
| Фенілаланін                        | 4,28     | 4,19   | -          | 4,57   | 6,8        | 4,79  | 11,9       |
| Триптофан                          | 0,67     | 0,80   | 19,4       | 1,68   | 150,8      | 1,00  | 49,3       |
| Метіонин, цистин                   | 2,65     | 2,71   | 2,3        | 3,82   | 44,2       | 3,75  | 41,5       |

З отриманих даних видно, що зразки хліба, вироблені за розробленими технологіями з пророслого зерна пшениці на густій зерновій заквасці і з використанням сухої пшеничної клейковини і суміші кислот перевершують за вмістом незамінних амінокислот контрольний зразок. Хліб, отриманий з пророслого зерна пшениці і борошна вищого сорту в співвідношенні 50:50 % за вмістом незамінних амінокислот має близькі результати з контролем.

Так, хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % містить більше лізину на 61,3 %, лейцину – на 26 %, ізолейцину – на 47,4 %, треоніну – на 19,6 %, триптофану – на 150,8 %, в порівнянні з контролем. Хліб зерновий пшеничний, зі співвідношенням зерна і борошна вищого сорту 50:50 % містить більше лізину на 9,1 %, менше лейцину на 10 %, більше ізолейцину на 2,4 %, менше треоніну на 12 %, більше триптофану на 19,4 %, в порівнянні з контролем. Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот містить більше лізину на 44 %, лейцину – на 27,9 %, ізолейцину – на 45,1 %, треоніну – на 11,6 %, триптофану – на 49,3 %, в порівнянні з контролем.

Амінокислотні скори зразків хліба представлені в таблиці 30.

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що зразки хліба, вироблені за розробленою технологією з пророслого зерна пшениці, мають більш повноцінний амінокислотний склад білка, в порівнянні з контролем.

Встановили, що амінокислотний скор дослідних зразків за вмістом лізину підвищується наступним чином: для хліба з пророслого зерна пшениці «Цедра +» на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % - на 61,3 %; для хліба зернового пшеничного «Колос», із співвідношенням зерна і борошна вищого сорту 50:50 - на 9 %; для хліба з пророслого зерна пшениці «Зерновий пікантний» з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот – на 43,9 %.

Далі визначали мінеральний склад експериментальних зразків хліба з пророслого зерна пшениці.

#### 4.2 Визначення мінерального складу досліджуваних зразків хліба

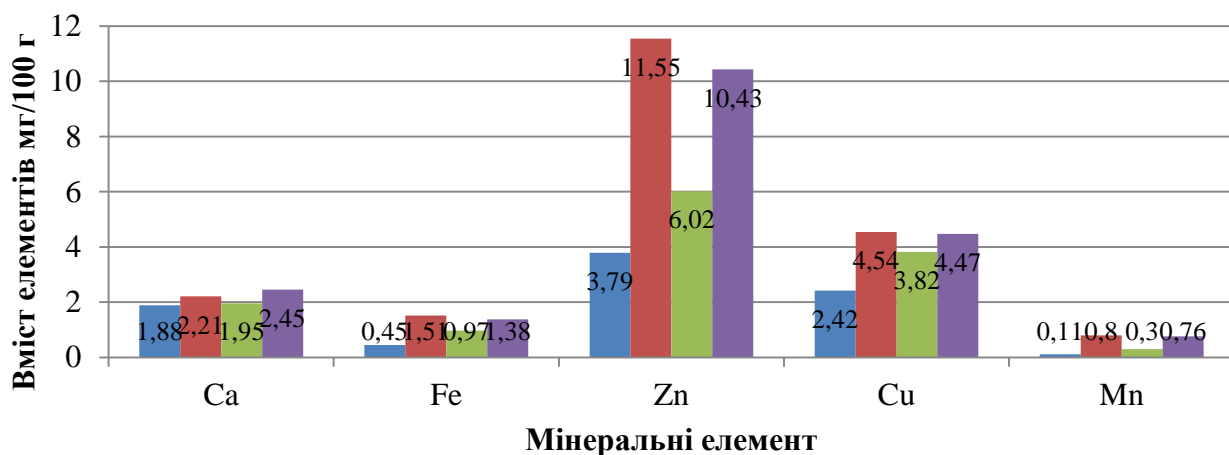
Мінеральний склад досліджуваних зразків хліба з оптимізованою рецептурою і контролю, визначали рентгеноспектральним методом за допомогою рентгеноспектрального ЕРС детектора в системі електронно-скануючого мікроскопа. Результати експерименту представлені в таблиці 4.3 і рисунку 4.1.

В результаті проведення експерименту встановили, що мінеральний склад дослідних зразків хліба за вмістом у ньому біогенних елементів перевершує контрольний зразок.

Так, хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % містить більше кальцію на 17,6 %, заліза – на 235,6 %, цинку – на 204,8 %, міді – на 87,6 %, марганцю – на 627,3 %, в порівнянні з контролем. Хліб зерновий пшеничний, із співвідношенням зерна і борошна вищого сорту 50:50 містить більше кальцію на 3,7 %, заліза – на 115,6 %, цинку – на 58,8 %, міді – на 57,9 %, марганцю – на 172,7 %, в порівнянні з контролем. Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот містить більше кальцію на 30,3 %, заліза – на 206,0 %, цинку – на 175,2 %, міді – на 84,7 %, марганцю – на 590,9 %, в порівнянні з контролем.

Таблиця 4.3 – Мінеральний склад зразків зернового хліба

| Вміст елемента в зразку, мг/100 г | Контроль | Хліб зерновий пшеничний зі співвідношенням зерна і борошна в/г 50:50 | Приріст, % | Хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 % | Приріст, % | Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот | Приріст, % |
|-----------------------------------|----------|--|------------|---|------------|--|------------|
| Na                                | 40,38    | 43,97  | 8,9        | 33,91   | -          | 36,25  | -          |
| Mg                                | 4,13     | 4,40   | 6,5        | 5,06  | 22,5       | 4,56   | 10,4       |
| P                                 | 32,95    | 27,29  | -          | 24,17   | -          | 22,25  | -          |
| S                                 | 4,58     | 4,80   | 4,8        | 4,65  | 1,5        | 4,75   | 3,7        |
| R                                 | 7,42     | 3,63   | -          | 8,57  | 15,5       | 9,58   | 29,1       |
| Ca                                | 1,88     | 1,95   | 3,7        | 2,21  | 17,6       | 2,45   | 30,3       |
| Mn                                | 0,11     | 0,30   | 172,7      | 0,80  | 627,3      | 0,76   | 590,9      |
| Fe                                | 0,45     | 0,97   | 115,6      | 1,51  | 235,6      | 1,38   | 206,0      |
| Cu                                | 2,42     | 3,82   | 57,9       | 4,54  | 87,6       | 4,47   | 84,7       |
| Zn                                | 3,79     | 6,02   | 58,8       | 11,55   | 204,8      | 10,43  | 175,2      |
| Ag                                | 1,89     | 2,85   | 50,8       | 3,03  | 60,3       | 3,12   | 65,1       |



- Контроль
- Хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою на густій зерновій заквасці в дозуванні 40 %
- Хліб зерновий пшеничний зі співвідношенням зерна і борошна в/г 50:50 %
- Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот

Рисунок 4.1 – Вміст мінеральних елементів в зразках хліба

Таким чином, в результаті проведених досліджень з'ясували, що застосування розроблених технологій хліба з пророслого зерна пшениці, дозволяє значно підвищити харчову цінність хліба, в порівнянні з контролем. Зразки хліба, вироблені за розробленими технологіями з пророслого зерна пшениці, мають більшу вітамінну цінність, кращий амінокислотний і мінеральний склад, в порівнянні з контрольним зразком. Так, в хлібі, виробленому за розробленими технологіями з пророслого зерна пшениці, підвищується вміст вітаміну В<sub>1</sub> на 4,4 – 21,7 %, вітаміну В<sub>2</sub> на 21,1 – 53,3 %, В<sub>6</sub> на 40 %, 0 – 75,0 %, РР на 28,8 – 36,1 %, Е на 11 – 30,7 %, у порівнянні з контролем. Підвищується вміст незамінної амінокислоти лізину на 9,1 – 61,3 %, ізолейцину – на 2,4 – 47,4 %, триптофану – на 19,4 – 150,8 %, в порівнянні з контролем. Підвищується вміст кальцію на 3,7 – 30,3 %, заліза – 115,6 – 235,6 %, цинку – 58,8 – 204,8 %, міді – 57,9 – 87,6 %, марганцю – 172, 7 – 627,3, в порівнянні з контролем.



## Висновки до розділу

Експериментально визначені показники харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці: вітамінний, амінокислотний і мінеральний склад. Встановлено, що вміст вітамінів підвищується на 4,4 – 75,0 %, вміст незамінних амінокислот підвищується на 2,4 – 150,8 %, вміст біогенних мікроелементів підвищується на 3,7 – 627,3 %, в порівнянні з контролем.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в ТОВ «ЮОНА-ГРУП»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я [58]. В умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» небезпечними виробничими факторами є робота з підвищеними напругами.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [58], а саме це запиленість виробничого приміщення та нерівномірне освітлення робочих місць.

Вся повнота відповідальності за охорону праці на підприємстві лягає на директора. Він забезпечує здорові та безпечні умови праці на робочих місцях, дотримання вимог діючих стандартів, правил і норм з охорони праці, щорічно призначати з числа службовців осіб відповідальних за організацію і стан охорони праці в кожному виробничому підрозділі; укомплектовувати службу охорони праці згідно штатного розпису, затверджувати разом з комітетом профспілки заходи з охорони праці й пожежної безпеки та забезпечувати їх матеріальними засобами; регулярно стан охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві розглядати на виробничих нарадах і зборах колективу; забезпечити проведення санітарно-технічного стану підприємства, розробку і виконання комплексних планів з охорони праці; організувати складання заявок на придбання необхідних засобів індивідуального захисту та забезпечення ними відповідних працівників; видачу спеціальних захисних засобів, мила; організувати правильне зберігання, прання,

сушіння, знешкодження засобів індивідуального захисту; організувати навчання з охорони праці; виділяти кошти на придбання літератури, плакатів та інших наочних посібників; забезпечувати розслідування та облік нещасних випадків на виробництві.

Головні напрямки діяльності відповідальної особи за стан охорони праці є покращення пожежної безпеки в приміщеннях і спорудах, покращення електробезпеки ліній електропередач і робочих місць працюючих.

Інженер по охороні праці по спеціальності інженер-механік має вищу освіту. Стаж роботи в переробній галузі складає 15 років з них 10 років на посаді інженера з охорони праці за сумісництвом.

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму дозволяє поділяти їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно-гігієнічні

Для кількісної характеристики захворювань використовують такі показники:

$$1) \quad K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 100 - \text{коефіцієнт частоти захворювань}; \quad (5.1)$$

$$2) \quad K_{\text{в}} = \frac{Д}{T} - \text{коефіцієнт важкості захворювань}; \quad (5.2)$$

$$3) \quad K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \cdot 100 - \text{коефіцієнт втрат робочого часу}; \quad (5.3)$$

де  $T$  – кількість захворювань за досліджуваний період;

$P$  – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

$Д$  – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті захворювання, днів.

Так, як на підприємстві випадків травматизму за досліджувані роки не було, проводимо розрахунок показників захворювань.

Тоді по роках коефіцієнт частоти буде становити:

$$K_{ч2018} = \frac{1}{37} \cdot 100 = 2,70;$$

$$K_{ч2020} = \frac{1}{35} \cdot 100 = 2,86.$$

Коефіцієнт тяжкості:

$$K_{т2018} = \frac{10}{1} = 10;$$

$$K_{т2020} = \frac{15}{1} = 15.$$

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{п2018} = \frac{10}{37} \cdot 100 = 27,03;$$

$$K_{п2020} = \frac{15}{35} \cdot 100 = 42,86.$$

Основні показники захворювань на підприємстві за останні 3 роки представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого захворювань на підприємстві за 2018 – 2020 роки

| Показники  | Роки  |      |       |
|--|-------|------|-------|
|  | 2018  | 2019 | 2020  |
| Кількість працюючих, осіб                          | 37    | 35   | 35    |
| Кількість захворювань, од.                         | 1     | -    | 1     |
| Втрати днів непрацездатності:<br>- від захворювань | 10    | -    | 15    |
| Коефіцієнт частоти захворювань                     | 2,70  | -    | 2,86  |
| Коефіцієнт важкості захворювань                    | 10    | -    | 15    |
| Коефіцієнт втрат робочого часу від захворювань     | 27,03 | -    | 42,86 |

Випадків виробничого травматизму, завдяки добре організованій роботі з безпеки праці, в ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за період з 2018 – 2020 роки не було зареєстровано. Але були зафіксовано 25 днів втрати непрацездатності в результаті захворювань. Основними причинами захворювань є несприятливі умов праці.

## 5.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці

1. Більше уваги приділяти навчанню робітників підрозділів.
2. Забезпечити робітників спецодягом.
3. Встановити в передбачених місцях загорожі перед рухомими частинами обладнання, для запобігання травматизму;
4. Закріпити належним чином кожухи на клиноремінних передачах;
5. Для запобігання пиловиділення в приміщення потрібно модернізувати аспіраційне обладнання;
6. Обновити пожежні щити та обладнання;
7. Вжити заходів щодо опалення приміщень.

### 5.3 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з електродуховою шафою

#### Загальні положення

Відповідно до статті 18 Закону України «Про охорону праці», студент зобов'язаний «знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведіння з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту, проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди».

До самостійної роботи з електродуховою шафою допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли інструктаж з охорони праці, стосовно правил використання та роботи з лабораторним устаткуванням.

Студенти зобов'язані проходити наступні інструктажі з охорони праці:

- а) вступний – перед виконанням дослідів;
- б) первинний – на робочому місці;
- в) повторний – не рідше одного разу на 3 місяці;
- г) позаплановий – при порушенні вимог безпеки праці, що призвело чи могло призвести до аварії або нещасного випадку; при зміні технологічного процесу чи діючих нормативних актів про охорону праці; при перерві в роботі за фахом більше 60 календарних днів;

Для зниження рівня впливу небезпечних факторів студент повинен бути забезпечений наступними засобами індивідуального захисту:

- халат лабораторний;
- взуття з закритим носком;
- рукавиці;
- головний убір;
- захисні окуляри.

Усі робочі місця і проходи до них повинні мати достатній рівень освітлення.

### Вимоги безпеки праці перед початком роботи

Перед початком роботи вдягнути санітарний одяг, волосся прибрати під головний убір. Не допускається тримати в кишенях санітарного одягу гострі предмети. Не дозволяється працювати засобів індивідуального захисту.

Перевірити наявність і справність захисного заземлення, духова шафа повинна бути підключена до електричної мережі через автоматичний вимикач.

Про всі помічені порушення вимог охорони праці на робочому місці, а також про несправності устаткування, приладів, інструментів та засобів індивідуального захисту, необхідно повідомити безпосереднього керівника, викладача, завідуючого лабораторією і не приступати до роботи до моменту усунення несправності.

### Вимоги безпеки праці під час роботи.

Бути уважним, не відволікатися самому і не відволікати інших працівників та студентів.

Стежити за справністю електропроводки і заземлення. У разі несправності (пошкодження) ізоляції або заземлення слід повідомити безпосереднього керівника.

### Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної обстановки – відключити обладнання, оповістити про небезпеку оточуючих людей, доповісти безпосередньому керівнику про те, що трапилося і діяти відповідно до його вказівок.

У разі бою термометрів розсипану ртуть слід зібрати мідною лопаткою, обробленої в азотній кислоті. Для усунення випаровування ртуті зберігати її потрібно під шаром води в посудині з притертою пробкою і надалі здавати в установленому порядку.

При пожежі або загорянні негайно повідомити в пожежну охорону по телефону – 101, приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами

пожежогасіння, повідомити про пожежу керівника, викладача, завідуючого лабораторією.

Потерпілим при травмуванні, отруєнні, раптовому гострому захворюванні надати першу допомогу при необхідності, викликати швидку медичну допомогу по телефону – 103.

Вимоги безпеки праці після закінчення роботи.

Відключити обладнання, яке використовувалось від мережі.

Виконати санітарну обробку робочих поверхонь шляхом протирання тампоном, змоченим 3% розчином перекису водню з додаванням 0,5% мийного засобу.

Про всі виявлені під час роботи недоліки повідомити керівника, викладача, завідуючого лабораторією.

#### 5.4 Розрахунок штучного освітлення виробничо-технологічної лабораторії ТОВ «ЮОНА ГРУП»

Так, як система освітлення у приміщенні виробничо-технологічної лабораторії не відповідає будівельним нормам ми пропонуємо провести розрахунок системи штучного освітлення цього приміщення.

Розрахунок виконаємо за методом використання світлового потоку. Для цього знайдемо висоту підвісу світильників:

$$H_c = H - (h_p + h_r), \quad (5.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_p$  – висота робочого місця, м;

$h_r$  – відстань від стелі до світильника, м.

Для всіх приміщень висота підвісу буде складати:



$$H_c = 3,5 - (1 + 0,5) = 2 \text{ м}$$

Далі визначаємо показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c (a + b)}, \quad (5.5)$$

де  $a, i, b$  – довжина і ширина приміщення відповідно, м.

У нашому випадку цей індекс складає:

$$\varphi = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot (12 + 6)} = \frac{72}{36} = 2$$

Для приміщень лабораторій використовують, як правило, світильники з люмінесцентними лампами. В нашому випадку обираємо світильники типу ОДОР, для яких,  $\varphi = 2$ , коефіцієнт використання світлового потоку  $n = 65$ . Далі визначаємо кількість світильників в приміщенні лабораторії при умові розміщення їх один від одного на відстані два метри:

$$n = \frac{S}{l^2}, \quad (5.6)$$

Звідси,

$$n = \frac{72}{4} = 18 \text{ шт.}$$

Таким чином, приймаємо кількість світильників рівну 18 шт.

Далі визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S}{n \cdot \eta}, \quad (5.7)$$

де  $E$  – мінімальна освітленість, що дорівнює 300 люкс;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість світильників ( $K = 1,7$ );

$Z$  – відношення середньої освітленості до мінімальної ( $Z = 0,53$ );

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість світильників, шт.;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку ( $\eta = 0,55$ ).

Розрахунковий світовий потік складає:

$$F = \frac{300 \cdot 1,7 \cdot 0,53 \cdot 72}{18 \cdot 0,55} = 1965 \text{ лм}$$

Отже,

$$E = \frac{1965 \cdot 18 \cdot 0,55}{1,7 \cdot 72 \cdot 0,53} = 300 \text{ лк.}$$

Далі за визначеним мінімальним світовим потоком вибираємо лампи для світильників. Таким чином, для обраних світильників типу ОДОР приймаємо люмінесцентні газорозрядні лампи потужністю 200 Вт. На рисунку 5.1 приведена схема системи штучного освітлення виробничо-технологічної лабораторії ТОВ «ЮОНА-ГРУП».

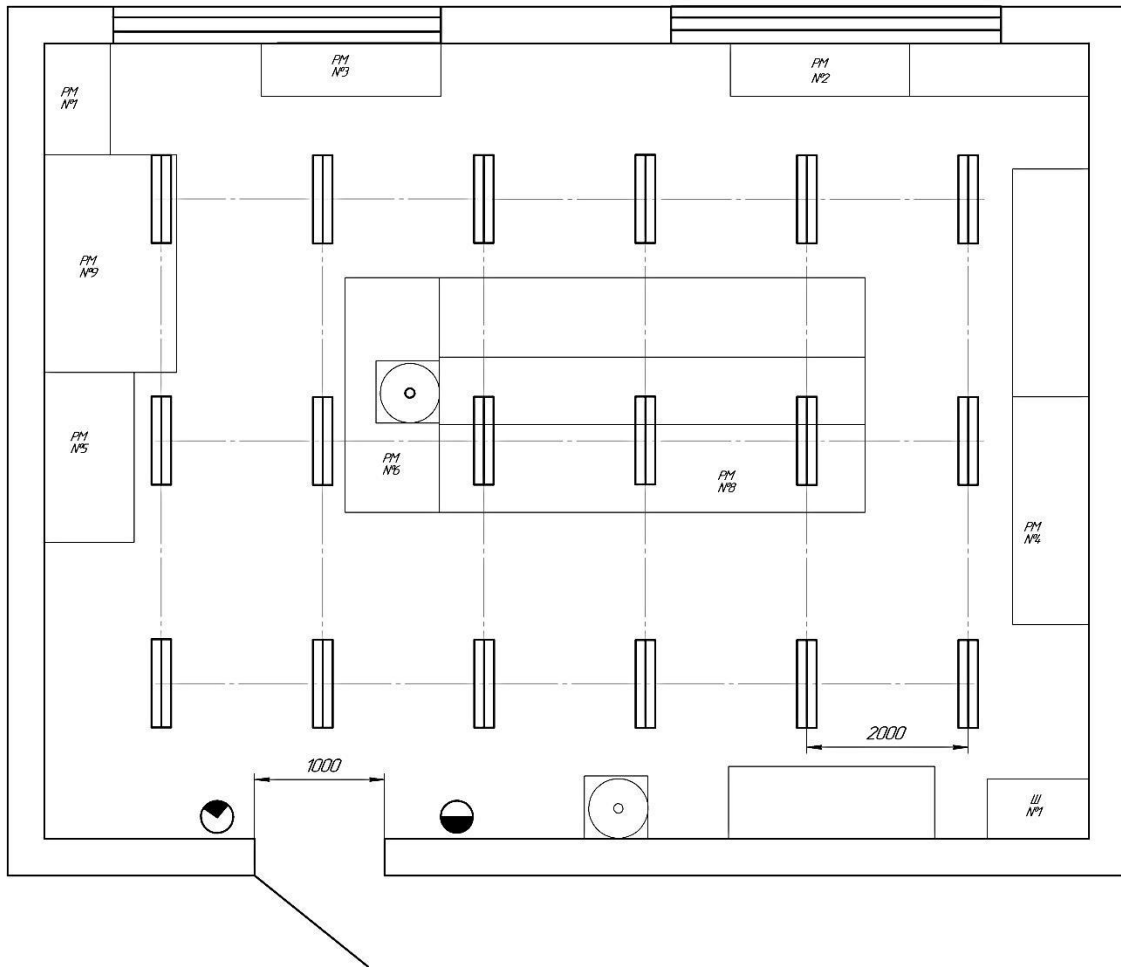


Рисунок 5.1 – Схема системи штучного освітлення виробничо-технологічної лабораторії ТОВ «ЮОНА-ГРУП»

### 5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі

Правила забезпечення пожежної безпеки на виробництві містять докладні інструкції щодо запобігання пожежній ситуації, а так само наказують кожному працівнику, відповідальному за пожежну безпеку, виконувати певні дії [63].

Однак основні заходи у разі виникнення пожежі завжди однакові. Насамперед необхідно оповістити про пожежу по телефону пожежну охорону. А так же повідомити про надзвичайну ситуацію добровільну пожежну дружину підприємства. Потім необхідно включити систему пожежної безпеки та пожежогасіння, якщо вона не є автоматичною.

Із зони загоряння необхідно вивести працівників, які не беруть участь в зупинці виробництва та ліквідації пожежі. Співробітники, які беруть участь у

ліквідації загоряння мають необхідні посадові інструкції, згідно з якими вони виконують конкретні дії і відповідають за їх виконання своїми підлеглими.

За командою керівництва необхідно зупинити виробництво і знеструмити електрообладнання відповідно до правил аварійної установки, а так само відключити вентиляцію, перекрити подачу газу та інших горючих речовин.

Тільки після цього можна приступати до гасіння пожежі. Тут так само необхідно чітко дотримання всіх правил і пересторог, щоб уникнути ще більшого матеріального збитку, псування майна підприємства і нанесення шкоди здоров'ю тих, хто бере участь у ліквідації загоряння. Після приїзду пожежної бригади всі працівники підприємства повинні покинути небезпечну зону.

Для забезпечення пожежної безпеки на кожному підприємстві повинен бути необхідний інвентар на випадок виникнення пожежі – вогнегасники, пожежні крани в приміщеннях пожежні рукави, пожежні гідранти на території підприємства та інше обладнання.

#### Висновки по розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан та організація охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення термічної обробки хлібобулочних виробів, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Виконано розрахунок та розроблено схему штучного освітлення ВТЛ ТОВ «ЮОНА-ГРУП», згідно з розрахунками приймаємо світильники типу ОДОР кількість світильників складає 18 шт, приймаймо люмінесцентні газорозрядні лампи потужністю 200 Вт. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Перспективним напрямком розширення асортименту хлібобулочних виробів є виробництво хліба з цілого зерна пшениці, в якому раціонально використовуються всі поживні речовини, закладені в зерно природою. Зерновий хліб є найважливішим джерелом харчових волокон, вітамінів, мікроелементів, амінокислот. За харчовою та біологічною цінністю цей хліб перевершує всі традиційні сорти хліба, особливо випечені з борошна вищих сортів. Найбільшу цінність представляє хліб з пророслого зерна пшениці, так як при проростанні зерна важко засвоювані з'єднання переходять в більш прості, утворюється додаткова кількість вітамінів, амінокислот, мінеральних речовин, легкозасвоювані вуглеводи. Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту. Вживання такого хліба сприятливо позначається на життєвому тонусі людей, які ведуть активний спосіб життя.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу та технологічних параметрів процесу обробки зерна пшениці з метою виготовлення зернового хліба високої якості, наведений у табл. 6.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

| Шифр робіт $i-j$ | Найменування робіт   | Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів |
|------------------|--|----------------------------------|
| 1-2              | Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень   | 1                                |
| 2-3              | Літературний пошук та написання літературного огляду   | 17                               |
| 3-4              | Розробка послідовності науково-дослідних робіт   | 5                                |
| 4-5              | Розробка методик проведення наукових досліджень  | 4                                |
| 5-6              | Підготовка дослідних зразків зернової сировини   | 3                                |
| 6-7              | Підготовка експериментального устаткування   | 18                               |
| 7-8              | Визначення якісних показників зерна пшениці  | 3                                |
| 7-9              | Визначення впливу комплексних ферментних препаратів та світлодіодного опромінення на показники проростання зерна пшениці | 5                                |
| 7-10             | Визначення впливу норм дозування рецептурних компонентів на якісні показники готового продукту                           | 4                                |
| 7-11             | Визначення показників харчової цінності отриманого продукту  | 2                                |
| 8-12             | Обробка даних експериментальних дослідження  | 1                                |
| 9-12             |  | 1                                |
| 10-12            |  | 1                                |
| 11-12            |  | 1                                |
| 12-13            | Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення   | 8                                |

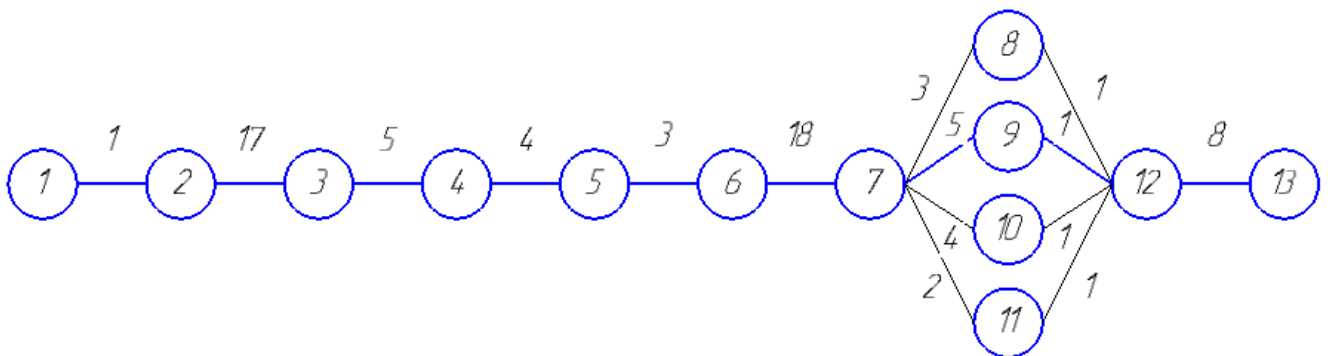


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 3 + 1 + 8 = 57;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 5 + 1 + 8 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 4 + 1 + 8 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^3 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 2 + 1 + 8 = 59.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є другий шлях з тривалістю в 62 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ ) – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ ) – найбільший шлях від початкової до  $i$ -тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 62$  дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

| Номер події | Ранній термін здійснення події<br>$T_1^p$ , дні | Пізній термін здійснення події<br>$T_1^n$ , дні | Резерв шляху<br>$R_1$ , дні |
|-------------|---|---|-----------------------------|
| 1           | 0   | 0   | 0                           |
| 2           | 1   | 1   | 0                           |
| 3           | 18  | 18  | 0                           |
| 4           | 23  | 23  | 0                           |
| 5           | 27  | 27  | 0                           |
| 6           | 30  | 30  | 0                           |
| 7           | 48  | 48  | 0                           |
| 8           | 51  | 53  | 2                           |
| 9           | 53  | 53  | 0                           |
| 10          | 52  | 53  | 1                           |
| 11          | 50  | 53  | 3                           |
| 12          | 54  | 54  | 0                           |
| 13          | 62  | 62  | 0                           |

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$



де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 62$  дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

| Шифр робіт $i-j$ | Вільний резерв часу<br>$R_{ij}^e$ , дні | Повний резерв часу<br>$R_{ij}^n$ , дні | Коефіцієнт напруженості |
|------------------|---|--|-------------------------|
| 1-2              | 0                                       | 0                                      | 0,00                    |
| 2-3              | 0                                       | 0                                      | 0,02                    |
| 3-4              | 0                                       | 0                                      | 0,32                    |
| 4-5              | 0                                       | 0                                      | 0,40                    |
| 5-6              | 0                                       | 0                                      | 0,46                    |
| 6-7              | 0                                       | 0                                      | 0,68                    |
| 7-8              | 0                                       | 2                                      | 0,81                    |
| 7-9              | 0                                       | 0                                      | 0,84                    |
| 7-10             | 0                                       | 1                                      | 0,83                    |
| 7-11             | 0                                       | 3                                      | 0,80                    |
| 8-12             | 0                                       | 0                                      | 0,84                    |
| 9-12             | 0                                       | 0                                      | 0,87                    |
| 10-12            | 0                                       | 0                                      | 0,85                    |
| 11-12            | 0                                       | 0                                      | 0,82                    |
| 12-13            | 0                                       | 0                                      | 1,00                    |

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 62 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху,

необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

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

$C_1$  – – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

| Найменування, одиниці                      | Кількість | Ціна, грн. | Сума, грн. |
|--|-----------|------------|------------|
| Зерно пшениці, кг                          | 50        | 5,80       | 290,00     |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані, упаковка | 1         | 5,50       | 5,50       |
| Сіль кухонна харчова, кг                   | 1         | 15         | 15,00      |
| Цукор пісок, кг                            | 1         | 15         | 15,00      |
| Ферментний препарат, кг                    | 0,2       | 600        | 120,00     |
| Всього                                     |           |            | 771,00     |

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – 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 приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

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

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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 роботу діодного опромінювача:

$$E_{\text{опром.}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 87,09 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу диспергатора:

$$E_{\text{дисп}} = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 16,93 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу хлібопечі:

$$E_{\text{хліб.печ}} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 43,55 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_{\text{комп}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 496 \cdot 1,68 = 674,96 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{випром}} + E_{\text{дисп}} + E_{\text{хл.ніч}} + E_{\text{комп}} = 87,09 + 16,93 + 43,55 + 674,96 = 822,53 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

| Устаткування                   | Вартість, грн. | Річна норма амортизації, % | Тривалість роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн. |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Установка діодного опромінення | 6440,00        | 15                         | 3                       | 7,94                         |
| Диспергатор                    | 2570,00        | 10                         | 1                       | 0,70                         |
| Хлібопіч                       | 1820,50        | 10                         | 2                       | 0,99                         |
| Персональний комп'ютер         | 11000,00       | 24                         | 62                      | 448,46                       |
| Всього                         |                |                            |                         | 458,09                       |

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

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

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати                        | Сума, грн. |
|--------------------------------|------------|
| Основні матеріали              | 771,00     |
| Заробітна плата                | 741,15     |
| Нарахування на заробітну плату | 163,05     |
| Електроенергія                 | 822,53     |
| Амортизація                    | 458,09     |
| Накладні витрати               | 592,92     |
| Всього                         | 3548,74    |

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на основні матеріали і витрати на електроенергію.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де  $C$  – вартість дослідження, грн.;

$S$  – витрати на дослідження, грн.;

$P$  – нормативна рентабельність ( $P = 30$ ), %.

$$C = 3548,74 + \frac{30 \cdot 3548,74}{100} = 4613,36 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 4613,36 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 62 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які складають 771,00 грн та 822,53 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4613,36 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки і рекомендації:

1. Розроблено інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці. Показані до застосування хмельова, густа зернова закваски і прискорена технологія, що поліпшують фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 15 – 19 %, питомий об'єм на 11 – 38 %; покращуються органолептичні показники якості і підвищується термін збереження свіжості хліба, в порівнянні з контролем.

2. Розроблено способи прискорення процесу пророщування зерна пшениці на 6 годин за рахунок використання комплексних ферментних препаратів Пектаваморин Г20Х в дозуваннях 0,09 %, відповідно, від маси сухих речовин зерна, а також світлодіодного опромінення зерна перед замочуванням, з жовтими світлодіодами протягом 60 с в імпульсному режимі з частотою повторення імпульсів 3 кГц при тривалості імпульсу 0,25 мкс.

3. Запропоновано способи підвищення мікробіологічної безпеки хліба з пророслого зерна пшениці – внесення в воду для замочування подрібненого кореня хрону і цедри апельсина в концентраціях 1 % і 5 % відповідно. Їх антисептична дія проявляється у великому ступені по відношенню до бактерій і в меншій – до грибів і дріжджів. Кількість бактерій знижується на 57 – 71 %, цвілевих грибів – на 30 – 44 %, в порівнянні з контролем.

4. Експериментально визначені показники харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці: вітамінний, амінокислотний і мінеральний склад. Встановлено, що вміст вітамінів підвищується на 4,4 – 75,0 %, вміст незамінних амінокислот підвищується на 2,4 – 150,8 %, вміст біогенних мікроелементів підвищується на 3,7 – 627,3 %, в порівнянні з контролем.

5. Виконано розрахунок та розроблено схему штучного освітлення ВТЛ ТОВ «ЮОНА-ГРУП», згідно з розрахунками приймаємо світильники типу ОДОР кількість світильників складає 18 шт, приймаймо люмінесцентні газорозрядні

лампи потужністю 200 Вт. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.

6. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які складають 771,00 грн та 822,53 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4613,36 грн.



## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Азрилевич М. Р. Заменители сахара [Текст] / М. Р. Азрилевич // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2002. – № 1. – С. 42 – 45.
2. Антиокислительная активность препаратов из пряноароматических растений [Текст] / А. А. Дубинина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 7. – С. 58 – 60.
3. Асмаев М. П. Автоматическое увлажнение зерна на предприятиях мукомольной промышленности [Текст] / М. П. Асмаев, Ю. Ф. Марков, С. А. Подгорный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 1. – С. 59 – 60.
4. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л. Я. Ауэрман. 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2002. – 416 с.
5. Афанасьева О. В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства [Текст] / О. В. Афанасьева. – М.: Пищевая промышленность, 2006. – 143 с.
6. Байгарин Е. К. Содержание пищевых волокон в пищевых продуктах растительного происхождения [Текст] / Е. К. Байгарин // Вопросы питания. – 2006. – № 3. – С. 42 – 44.
7. Бастриков Д. Новый продукт из цельного зерна пшеницы [Текст] / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. – 2006. – № 4. – С. 36 – 37.
8. Беркетова, Л. В. Биологически активные добавки – источники пищевых волокон [Текст] / Л. В. Беркетова // Пищевая промышленность. – 2003.–№6.– С. 80 – 82.
9. Бутковский В. А. Технологии зерноперерабатывающих производств [Текст] / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. – М.: Инте граф сервис, 1999. – 472 с.
10. Васильева С. Б. Безопасность плодово-ягодного сырья [Текст] / С. Б. Васильева, О. В. Голуб, И. Н. Ковалевская // Пищевая промышленность. – 2005.– №8. – С. 106 – 107.
11. Волохова Т. П. Изотермическое кондиционирование зерна для

улучшения хлебопекарных достоинств муки [Текст] / Т. П. Волохова, С. Д. Шестаков // Хлебопечение России. – 2001. – № 6. – С. 14 – 15.

12. Выродов И. П. Физико-химическая природа процессов набухания зерна [Текст] / И. П. Выродов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – №1. – С. 9 – 11.

13. Деренжи П. Свойства зерна, используемого в питании человека [Текст] / П. Деренжи // Хлебопродукты. – 2001. – №3. – С. 13 – 15.

14. Донченко Л. В. Безопасность пищевой продукции [Текст] / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

15. Дудкин М. С. Пищевые волокна [Текст] / М. С. Дудкин, Н. К. Черно, И. С. Казанская. – Киев: Урожай, 1988. – 152 с.

16. Закладной Г. А. Современная технология дезинсекции зерна [Текст] Г. Закладной // Хлебопродукты. – 2004. – № 11. – С. 28 – 30.

17. Казаков Е. Д. Пути совершенствования качества зерна [Текст] / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1995. – № 1 – 2. – С. 19 – 23.

18. Казаков Е. Д. Хлеб из цельного зерна [Текст] / Е. Д. Казаков // Хлебопродукты. – 1998. – № 8. – С. 18 – 20.

19. Казаков Е. Д. Хлеб из цельного зерна [Текст] / Е. Д. Казаков // Хлебопродукты. – 1998. – № 9. – С. 20 – 22.

20. Казанская Л. Новые сорта хлеба с пищевыми волокнами [Текст] / Л. Казанская, Л. Кузнецова, Г. Мельникова // Хлебопродукты. – 1998. – № 2. – С. 16.

21. Капрельянц Л. В. Зерновые многокомпонентные ингредиенты для функционального питания [Текст] / Л. В. Капрельянц, Е. Г. Иоргачёва // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 22 – 23.

22. Касатов А. Производство хлебобулочных изделий с использованием зерна [Текст] / А. Касатов, З. Швецова // Хлебопродукты. – 1999. – №11. – С. 30.

23. Ковалевская М. К. Здоровый хлеб получен с помощью новых технологий [Текст] / М. К. Ковалевская // Хлебопечение России. – 2005, – № 3. – С. 15.

24. Козубаева Л. А. Ускорение процесса увлажнения зерна при производстве зернового хлеба [Текст] / Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 5. – С. 49 – 50.

25. Козубаева Л. А., Изменение свойств зерна пшеницы при его подготовке для получения зернового хлеба [Текст] / Л. А. Козубаева, В. Л. Злочевский, С. И. Конева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5 – 6. – С. 15 – 16.

26. Козубаева Л. Подготовка зерна пшеницы к диспергированию [Текст] / Л. Козубаева, С. Конева // Хлебопродукты. – 2002. – № 7. – С. 22 – 23.

27. Козубаева Л. А. Применение заквасок при производстве зернового хлеба [Текст] / Л. Козубаева, С. Конева // Хлебопродукты. – 2000 – № 2. – С. 21 – 22.

28. Козубаева Л. А. Применение заквасок при производстве зернового хлеба [Текст] / Л. Козубаева, С. Конева // Хлебопродукты, 2000. – № 2. – С. 21 – 22.

29. Кудряшева А. А. Пищевые добавки и производственная безопасность [Текст] / А. А. Кудряшева, Л. И. Шокина // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2000. – № I. – С. 4 – 8.

30. Кузнецова Е. А. Способы снижения микробиологической обсеменённости зерна при производстве зернового хлеба [Текст] / Е. А. Кузнецова, С. Я. Корячкина, Е. В. Гуляева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 30 – 31.

31. Макеева И. А. Технологические инструкции и их роль в обеспечении качества и безопасности пищевых продуктов [Текст] / И. А. Макеева // Пищевая промышленность. – 2006. – № 4. – С. 52 – 53.

32. Маркитанова О. А. Разработка технологических решений стабильности качества хлеба из диспергированного зерна пшеницы [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.01: защищена / Маркитанова Оксана Анатольевна. – Москва, 2005. – 242 с.

33. Матвеева И. В. Новые аспекты применения ферментных препаратов фирмы «Ново Нордиск» в хлебопекарном производстве [Текст] / И. В. Матвеева //

Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 20 – 22.

34. Новые сорта зернового хлеба [Текст] / А. Касатов [и др.] // Хлебопродукты – 1994. – № 11. – С. 43 – 44.

35. О взаимодействии биологически активных добавок, содержащих лекарственные растения, с лечебными средствами [Текст] / В. Г. Кукес [и др.] // Вопросы питания. – 2003. – № 5. – С. 39 – 42.

36. О предельно допустимых концентрациях зеараленона в продуктах переработки зерна [Текст] / В. А. Тутельян [и др.] // Вопросы питания. – 2002. – № 3. – С. 31.

37. Определение состава антоцианов методом ВЭЖХ [Текст] / Ю. В. Пивоваров [и др.] // Пищевая промышленность. – 2003. – № 9. – С. 82 – 83.

38. Опыт клинического применения флавоноидсодержащих биологически активных добавок к пище у больных хроническим атрофическим гастритом на фоне хронического холецистита либо дискинезии желчевыводящих путей [Текст] / В. А. Тутельян [и др.] // Вопросы питания. – 2003. – № 1. – С. 30 – 33.

39. Оценка качества зерна озимой пшеницы на приборе «Янтарь» [Текст] / Н. Т. Павлюк [и др.] // Пищевая промышленность. – 2006. – № 2. – С. 14 – 15.

40. Панкратова М. Зерновой хлеб – это здорово! [Текст] / М. Панкратова // Хлебопродукты. – 2005. – № 3. – С. 62.

41. Пригарина О. М. Разработка способов повышения безопасности хлеба из цельного зерна пшеницы и ржи [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.01: защищена 28.12.2006 / Пригарина Оксана Михайловна. – Орёл, 2006. – 227 с.

42. Пащенко Л. П. Технология хлебобулочных изделий [Текст] / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова. – М.: Колос, 2006. – 389 с.

43. Пащенко Л. П. Текстурированная углеводно-белковая композиция и ее влияние на процесс черствения хлеба [Текст] / Л. П. Пащенко, И. В. Кузнецова, И. А. Никитин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – №3. – С. 52 – 54.

44. Погожаева А. В. Пищевые добавки в лечебно-профилактическом питании [Текст] / А. В. Погожаева // Вопросы питания. – 1998. – № 1. – С. 39 – 42.

45. Поландова Р. Д. Показатели безопасности хлебопекарного сырья и

готовой продукции [Текст] / Р. Д. Поландова, Т. Г. Богатырёва, О. А. Сидорова. – М.: Хлебпродинформ, 1996. – 32 с.

46. Полякова С. П. Использование ультрафиолетового излучения для борьбы с «картофельной болезнью» хлеба [Текст] / С. П. Полякова, Т. Г. Богатырева // Хлебопечение России. – 2003. – № 5. – С. 28 – 29.

47. Романов А. С. Повышение качества хлеба из цельного зерна [Текст] / А. С. Романов // Хлебопродукты. – 1999. – № 2. – С. 18 – 19.

48. Ройтер И. М. Современная технология приготовления теста на хлебозаводах [Текст] / И. М. Ройтер. – Киев.: Изд-во Техника, 1971. – 360 с.

49. Рябова Т. Ф. Влияние качества хлебопродуктов на жизнедеятельность человека [Текст] / Т. Ф. Рябова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – № 11. – С. 51 – 54.

50. Санина Т. В. Повышение качества хлеба из биоактивированного зерна пшеницы [Текст] / Т. В. Санина, И. В. Черемушкина, Н. Н. Алехина // Хлебопечение России. – 2004. – № 2. – С. 20 – 21.

51. Смолкина Е. Функциональные виды зернового хлеба [Текст] / Е. Смолкина // Хлебопродукты. – 2002. – № 11. – С. 30 – 31.

52. Сорочинский В. Ф. Актуальные проблемы создания зернопродуктов лечебно-профилактического назначения [Текст] / В. Ф. Сорочинский, В. Г. Дулаев, О. И. Николаенко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 9. – С. 15 – 17.

53. Способы экологической оценки растительного сырья, используемого в хлебопечении [Текст] / Е. А. Кузнецова [и др.] // Хлебопечение России. – 2003. – № 1. – С. 21 – 22.

54. Технологии переработки зерна [Текст] / А. Ф. Шухнов [и др.] // Пищевая промышленность. – 2000. – № 12. – С. 20 – 22.

55. Технология хранения зерна [Текст]: учебник для вузов / Е. М. Вобликов [и др.]. – СПб.: Лань, 2003. – 448 с.

56. Закон України «Про охорону праці».

57. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять.

58. ДНАОП 0.00-4.09-93. Типове положення про безпечне виконання робіт на переробних підприємствах.
59. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
60. СН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.
61. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

Додатки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Обґрунтування технології виробництва хліба із  
пророслого зерна пшениці з метою його  
збагачення біологічно активними речовинами**

Виконавець: ст. гр. МГХТз-1-19 Суворов Руслан Васильович

Керівник: професор Ковальова Олена Сергіївна

Дніпро – 2021



## МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета досліджень базується на розробці і обґрунтування і науково-практичних рекомендацій щодо організації технологічного процесу приготування хліба з пророслого зерна пшениці.

Для реалізації поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

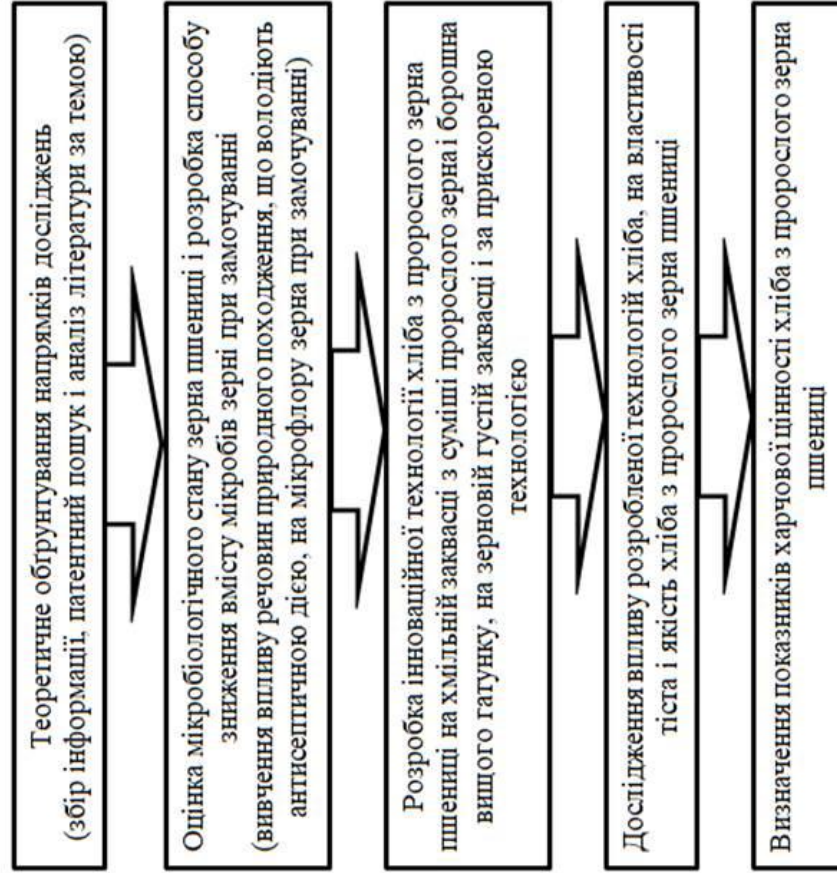
- розробити інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці з поліпшеними фізико-хімічними показниками;
- розробити способи прискорення процесу пророщування зерна пшениці;
- запропонувати способи підвищення мікробіологічної безпеки хліба з пророслого зерна пшениці;
- визначити показники харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «ЮОНА ГРУП»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва хліба із пророслого зерна пшениці з поліпшеними фізико-хімічними показниками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних процесів прискореного пророщення зерна та з якісними показниками готового продукту.

### СТРУКТУРНА СХЕМА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3



## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

4

Рецептура і режими приготування тіста для контрольного зразка хліба

| Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу | Витрата сировини і показники процесу |
|---|--------------------------------------|
| Крупка пшенична, кг   | 60,0                                 |
| Борошно пшеничне хлібопекарське вищого ґатунку,             | 40,0                                 |
| Дріжджі пресовані хлібопекарські, кг                        | 2,0                                  |
| Сіль кухонна, кг  | 1,5                                  |
| Соняшникова олія (для змащування форм)                      | 0,5                                  |
| Вода  | за розрахунком                       |
| Температура початкова, °С                                   | 28 – 30                              |
| Кислотність тіста кінцева, не більше град                   | 3,0                                  |
| Вологість тіста, %  | 46                                   |
| Тривалість бродіння, хв                                     | 120 – 180                            |
| Тривалість вистоявання, хв                                  | 30 – 40                              |
| Тривалість випічки, хв                                      | 30 – 35                              |

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

5



Загальний вигляд приладу «Пенетрометр АП/-4/2»



Загальний вигляд приладу «Структурометр СТ-1М»

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

6

Характеристика зерна пшениці

| Найменування показника      | Зерно врожаю, року (середні дані)     |      |      |
|-----------------------------|---------------------------------------|------|------|
|                             | 2017                                  | 2018 | 2019 |
| Запах                       | Нормальний, властивий здоровому зерну |      |      |
| Колір                       | Нормальний, властивий здоровому зерну |      |      |
| Маса 1000 зерен, г          | 42,7                                  | 36,1 | 40,7 |
| Натура, г/л                 | 749                                   | 731  | 742  |
| Вологість, %                | 12,6                                  | 12,0 | 12,3 |
| Сміттева домішка, %         | 0,3                                   | 0,7  | 0,8  |
| Зернова домішка, %          | 2,9                                   | 2,3  | 1,6  |
| Масова частка клейковини, % | 27,2                                  | 24,8 | 26,2 |
| Розтяжність клейковини, см  | 15,0                                  | 15,4 | 15,0 |
| Якість клейковини, од. ІДК  | 73                                    | 65   | 68   |
| Скловидність%               | 56,0                                  | 48,0 | 52,0 |
| Число падіння, с            | 266                                   | 252  | 259  |
| Зараженість шкідниками      | Не виявлено                           |      |      |

Залежність часу проростання зерна від гідромодуля

| Гідромодуль | Тривалість проростання зерна, годин |
|-------------|-------------------------------------|
| 1:0,6       | Не проросло                         |
| 1:0,8       | 26                                  |
| 1:1         | 24                                  |
| 1:1,2       | 27                                  |
| 1:1,4       | Не проросло                         |

Вплив температури води при замочуванні на тривалість проростання зерна

| Температура води, °С | Тривалість проростання, годин |
|----------------------|-------------------------------|
| 15                   | 26                            |
| 20                   | 24                            |
| 30                   | 24                            |
| 40                   | 22                            |

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

7

Вміст мікроорганізмів на поверхні пшениці до та після замочування

| Найменування зразка     | Вміст мікроорганізмів на поверхні зерна, КУО/г |                    |                         |
|-------------------------|--|--------------------|-------------------------|
|                         | Гнильні бактерії                               | Пліснява і дріжджі | Спороутворюючі бактерії |
| ГОСТ 10444              | $5 \cdot 10^4$                                 | 100                | 50                      |
| Початкове зерно         | $2,7 \cdot 10^4$                               | 22                 | 30                      |
| Зерно після замочування | $3,8 \cdot 10^4$                               | 30                 | 47                      |

Було встановлено, що при замочуванні зерна у воді (при гідромодулі 1:1) при кімнатній температурі 20 °С протягом 24 годин кількість мікроорганізмів зерна пшениці підвищується: гнильних бактерій – на 41 %; півлевих грибів і дріжджів – на 36 %, спороутворюючих бактерій – на 57 %.

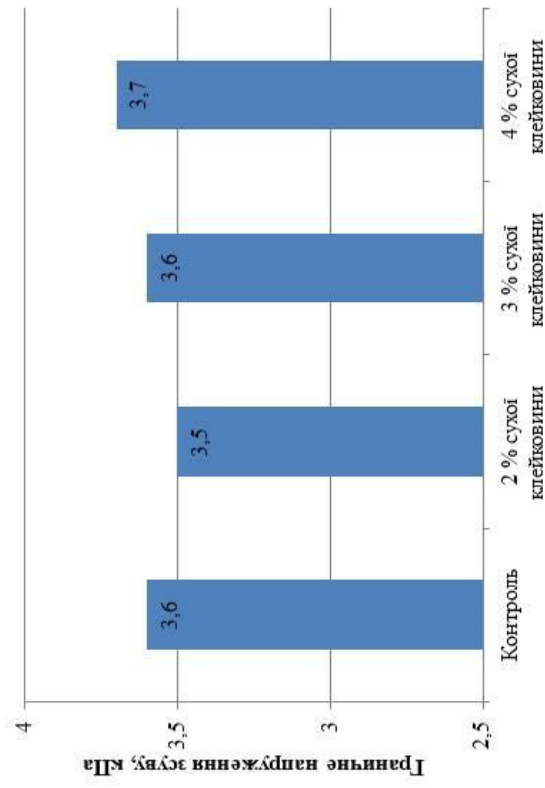
## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Рецептура і режими приготування тіста за прискореною технологією з пророщеного диспергованого зерна пшениці

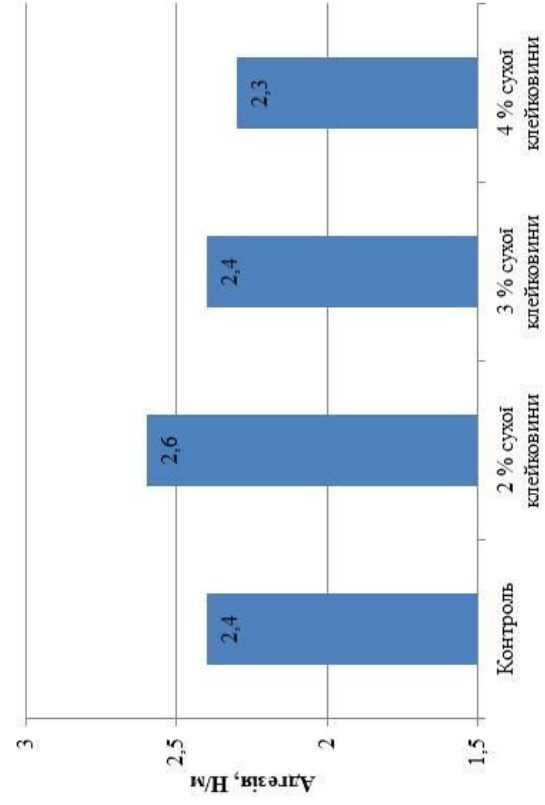
| Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу | Витрата сировини і показники процесу |
|---|--------------------------------------|
| Зерно пшениці, кг   | 100,0                                |
| Суха клейковина, кг   | 2,0 – 4,0                            |
| Дріжджі пресовані хлібопекарські, кг                        | 3,0                                  |
| Сіль кухонна, кг  | 1,5                                  |
| Цукор-пісок, кг   | 2,0                                  |
| Олія соняшникова рафінована, кг                             | 2,0                                  |
| Вода  | За розрахунком                       |
| Молочна к-та 80 %, кг                                       | 1,5                                  |
| Оцтова к-та 20%, кг   | 0,375                                |
| Аскорбінова к-та (суха), кг                                 | 0,0075                               |
| Корінь хрону, кг  | 0,86                                 |
| Температура початкова, °С                                   | 28 – 30                              |
| Кислотність тіста кінцева, град                             | Не більше 7,5                        |
| Вологість тіста, %  | 46 – 48                              |
| Тривалість бродіння, хв                                     | -                                    |
| Тривалість вистоювання, хв                                  | 40 – 50                              |
| Тривалість випічки, хв                                      | 30 – 35                              |

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

9



Вплив дозування сухої пшеничної клейковини на зміну граничного напруження зсуву в тісті



Вплив дозування сухої пшеничної клейковини на зміну адгезійних властивостей тіста



## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

10

Вплив дозування сухої пшеничної клейковини і іншої додаткової сировини на зміну фізико-хімічних показників тіста

| Найменування показника                 | Контроль | Зразки тіста |      |   |      |
|--|----------|--------------|------|---|------|
|  |          | 2            | 3    | 3 | 4    |
| W тіста після замісу, %                | 44,5     | 47,5         | 47,5 |   | 47,5 |
| W тіста після бродіння, %              | 45,5     | -            | -    |   | -    |
| Кислотність тіста після замісу, град   | 1,1      | 7,3          | 7,3  |   | 7,3  |
| Кислотність тіста після бродіння, град | 2,7      | -            | -    |   | -    |

Результати бальної оцінки органолептичних показників якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних

| Органолептичні показники якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних з урахуванням коефіцієнта вагомості, бал | Контроль | Зразки хліба |      |   |      |
|---|----------|--------------|------|---|------|
|   |          | 2            | 3    | 3 | 4    |
| Зовнішній вигляд  | 4,8      | 5,0          | 5,9  |   | 5,0  |
| Забарвлення кірки   | 4,4      | 7,0          | 7,2  |   | 7,4  |
| Пористість м'якушки   | 2,5      | 2,7          | 3,2  |   | 2,7  |
| Колір м'якушки  | 3,6      | 4,0          | 4,1  |   | 4,2  |
| Еластичність м'якушки   | 6,2      | 8,8          | 11,5 |   | 9,8  |
| Аромат хліба  | 10,5     | 11,2         | 11,8 |   | 11,8 |
| Смак хліба  | 8,1      | 12,0         | 14,4 |   | 14,2 |
| Розжовуваність  | 6,0      | 6,2          | 6,9  |   | 6,4  |
| Разом   | 46,1     | 56,9         | 65,0 |   | 61,5 |

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

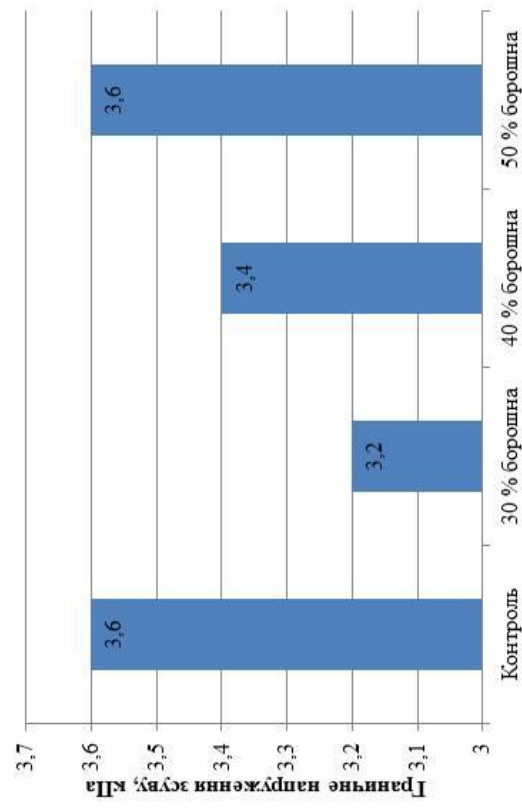
11

Рецептура на 100 кг зерна і борошна та режим приготування закваски та тіста для хліба зернового пшеничного

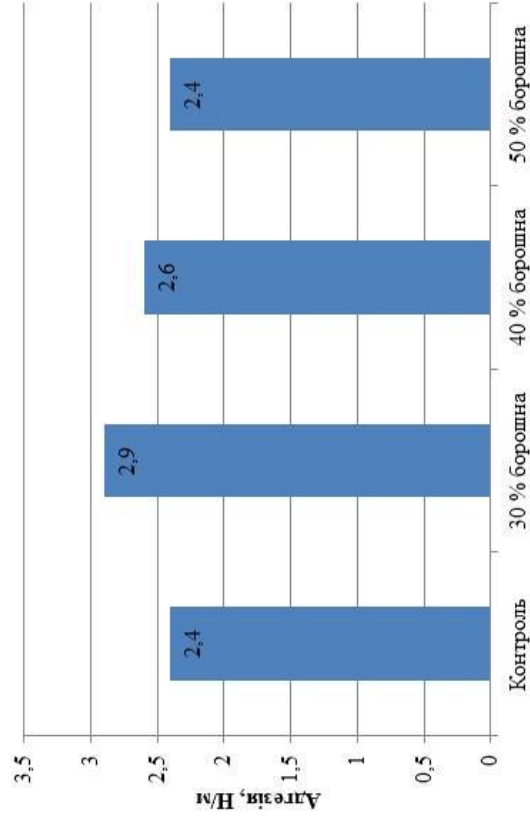
| Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу | Витрата сировини і параметри процесу приготування тіста на хмільній заквасці |                |   |
|---|--|----------------|---|
|   | Хмільова закваска  | Опара          | Тісто                                   |
| Закваска, кг  | -  | 15             | -                                       |
| Зерно пшениці, кг   | -  | 50 – 70        | -                                       |
| Борошно пшеничне хлібопекарське вищого сорту, кг            | -  | -              | 25,62 – 45,62                           |
| Борошно пшеничне хлібопекарське другого сорту, кг           | 4,38   | -              | -                                       |
| Хмільовий концентрат, кг                                    | 0,01   | -              | -                                       |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг                        | -  | 1,5            | -                                       |
| Сіль кухонна, кг  | -  | -              | 1,5                                     |
| Корінь хрону, кг  | -  | 0,43 – 0,60    | -                                       |
| Цукор-пісок, кг   | -  | -              | 2,0                                     |
| Олія соняшникова рафінована, кг                             | -  | -              | 2,0                                     |
| Вода, кг  | 10,61  | за розрахунком | за розрахунком                          |
| Пектаваморин Г20Х, кг                                       | -  | 0,039 – 0,054  | -                                       |
| Температура початкова, °С                                   | 25 – 28  | 28 – 30        | 28 – 30                                 |
| Тривалість бродіння, хв                                     | 180 – 240  | 90 – 120       | 30 – 60                                 |
| Кислотність кінцева, град.                                  | 8 – 12   | 5 – 6          | 6 – 7                                   |
| Вологість, %  | 80 – 84  | 54 – 56        | не більше $W_{\text{хл}} + (0,5 - 1,0)$ |
| Тривалість випічки, хв                                      | -  | -              | 30 – 35                                 |

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

12



Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці і борошна вищого сорту на зміну граничного напруження зсуву в тісті



Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці та борошна вищого сорту на зміну адгезійних властивостей тіста

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Вплив співвідношення диспергованого зерна пшениці та борошна вищого сорту на зміну фізико-хімічних показників тіста

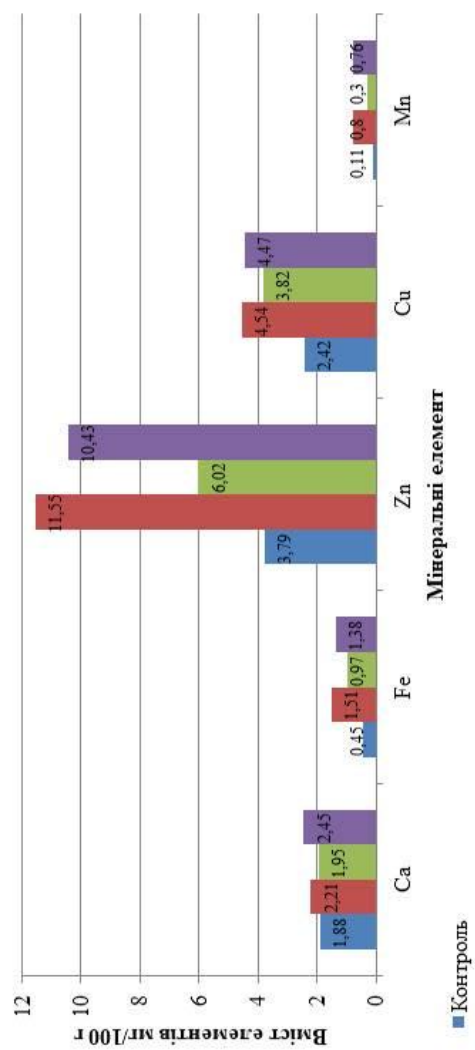
| Найменування показника  | Зразки тіста |              |              |              |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | Контроль     | 30 % борошна | 40 % борошна | 50 % борошна |
| W тіста після замісу, %   | 44,5         | 45,5         | 45,5         | 45,5         |
| W тіста після бродіння, %   | 45,5         | 45,5         | 45,5         | 46,5         |
| Кислотність тіста після замісу, град  | 1,1          | 3,2          | 3,2          | 3,2          |
| Кислотність тіста після бродіння, град  | 2,7          | 5,7          | 5,7          | 6,5          |
| Результати бальної оцінки органолептичних показників якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних              |              |              |              |              |
| Органолептичні показники якості виробів хлібобулочних зернових пшеничних з урахуванням коефіцієнта вагомості, бал | Зразки хліба |              |              |              |
|   | Контроль     | 30 % борошна | 40 % борошна | 50 % борошна |
| Зовнішній вигляд  | 4,8          | 5,4          | 5,9          | 6,1          |
| Забарвлення кірки   | 4,4          | 7,5          | 7,8          | 8,1          |
| Пористість м'якушки   | 2,5          | 3,2          | 3,5          | 3,8          |
| Колір м'якушки  | 3,6          | 4,3          | 4,4          | 4,6          |
| Еластичність м'якушки   | 6,2          | 10,8         | 11,2         | 12,0         |
| Аромат хліба  | 10,5         | 11,8         | 12,1         | 12,5         |
| Смак хліба  | 8,1          | 14,0         | 14,4         | 15,1         |
| Розжовуваність  | 6,0          | 6,8          | 6,9          | 7,2          |
| Сума балів  | 46,1         | 63,8         | 66,2         | 69,4         |

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ГОТОВИХ ВИРОБІВ 14

Вміст вітамінів в зерні пшениці і зерновому хлібі

| Зразок   | Вміст вітамінів, мг/100 г |            |                |            |                |            |       |            |       |            |
|--|---------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|-------|------------|-------|------------|
|  | V <sub>1</sub>            | Приріст, % | V <sub>2</sub> | Приріст, % | V <sub>6</sub> | Приріст, % | PP    | Приріст, % | E     | Приріст, % |
| Зерно пшениці  | 0,251                     | -          | 0,125          | -          | 0,130          | -          | 4,842 | -          | 0,907 | -          |
| Проросле зерно пшениці   | 0,301                     | 19,9       | 0,154          | 23,2       | 0,162          | 24,6       | 5,524 | 14,1       | 1,209 | 13,3       |
| Контроль   | 0,203                     | -          | 0,09           | -          | 0,08           | -          | 3,612 | -          | 0,821 | -          |
| Хліб зерновий пшеничний, із співвідношенням зерна і борошна в/г 50:50 %                        | 0,212                     | 4,4        | 0,109          | 21,1       | 0,112          | 40,0       | 4,652 | 28,8       | 0,911 | 11,0       |
| Хліб з пророслого зерна пшениці з цедрою, на густій зерновій заквасці у дозуванні 40 %         | 0,247                     | 21,7       | 0,138          | 53,3       | 0,140          | 75,0       | 4,916 | 36,1       | 1,014 | 23,5       |
| Хліб з пророслого зерна пшениці з сухою пшеничною клейковиною в дозуванні 3 % і сумішшю кислот | 0,229                     | 12,8       | 0,128          | 42,2       | 0,138          | 72,5       | 4,781 | 32,4       | 1,073 | 30,7       |

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ГОТОВИХ ВИРОБІВ 15



### Вміст мінеральних елементів в зразках хліба

# ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ 16

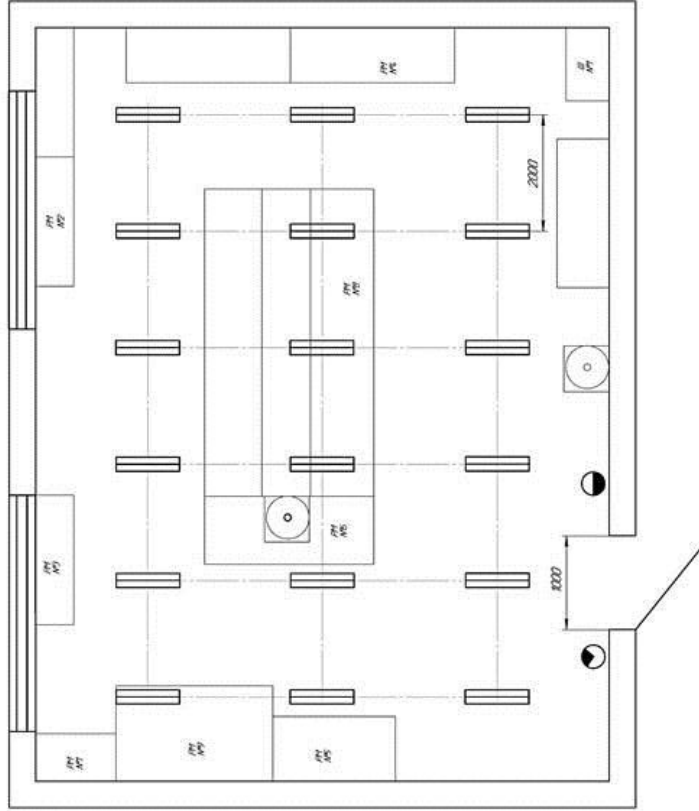


Схема системи штучного освітлення виробничо-технологічної лабораторії ТОВ «ЮОНА-ГРУП»

## КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

| Витрати                        | Сума, грн. |
|--------------------------------|------------|
| Основні матеріали              | 771,00     |
| Заробітна плата                | 741,15     |
| Нарахування на заробітну плату | 163,05     |
| Електроенергія                 | 822,53     |
| Амортизація                    | 458,09     |
| Накладні витрати               | 592,92     |
| Всього                         | 3548,74    |

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які складають 771,00 грн та 822,53 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4613,36 грн.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено інноваційну технологію хліба з пророслого зерна пшениці. Показані до застосування хмельова, густа зернова закваски і прискорена технологія, що поліпшують фізико-хімічні показники хліба: пористість підвищується на 15 – 19 %, питомий об'єм на 11 – 38 %; покращуються органолептичні показники якості і підвищується термін збереження свіжості хліба, в порівнянні з контролем.
2. Розроблено способи прискорення процесу пророщування зерна пшениці на 6 годин за рахунок використання комплексних ферментних препаратів Пектаваморин Г20Х в дозуваннях 0,09 %, відповідно, від маси сухих речовин зерна, а також світлодіодного опромінення зерна перед замочуванням, з жовтими світлодіодами протягом 60 с в імпульсному режимі з частотою повторення імпульсів 3 кГц при тривалості імпульсу 0,25 мкс.
3. Запропоновано способи підвищення мікробіологічної безпеки хліба з пророслого зерна пшениці – внесення в воду для замочування подрібненого кореня хрону і цедри апельсина в концентраціях 1 % і 5 % відповідно. Їх антисептична дія проявляється у великому ступені по відношенню до бактерій і в меншій – до грибів і дріжджів. Кількість бактерій знижується на 57 – 71 %, цвілевих грибів – на 30 – 44 %, в порівнянні з контролем.
4. Експериментально визначені показники харчової цінності хліба з пророслого зерна пшениці: вітамінний, амінокислотний і мінеральний склад. Встановлено, що вміст вітамінів підвищується на 4,4 – 75,0 %, вміст незамінних амінокислот підвищується на 2,4 – 150,8 %, вміст біогенних мікроелементів підвищується на 3,7 – 627,3 %, в порівнянні з контролем.
5. Виконано розрахунок та розроблено схему штучного освітлення ВТЛ ТОВ «ЮОНА-ГРУП», згідно з розрахунками приймаємо світильники типу ОДОР кількість світильників складає 18 шт, приймаймо люмінесцентні газорозрядні лампи потужністю 200 Вт. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.
6. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, які складають 771,00 грн та 822,53 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4613,36 грн.

**Міністерство освіти і науки України  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного**

**Механіко-технологічний факультет**

**Кафедра  
Обладнання переробних і харчових  
виробництв  
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**



**Збірник наукових праць магістрантів  
та студентів**



**Мелітополь – 2021**

**Міністерство освіти і науки України**



**Збірник наукових праць  
магістрантів та студентів**

**Механіко–технологічний факультет**

**Кафедра  
Обладнання переробних і харчових виробництв  
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**

**Мелітополь – 2021 р.**

УДК 621.311:631

**ПЗ.8**

Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь:  
ТДАТУ, 2021. 168 с.

Друкується за рішенням Ради факультету МТ  
Протокол № 6 від 8 лютого 2021 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали за результатами наукової роботи молодих вчених, магістрантів та студентів в галузі обладнання, процесів, енергетики, автоматизації, моделювання, обслуговування та ремонтних робіт переробних і харчових виробництв та переробки сільськогосподарської продукції.

Редакційна колегія:

Кюрчев С.В. – д.т.н., професор (головний редактор); Самойчук К.О. – д.т.н., професор (заст. головного редактора); Ялпачик В.Ф. – д.т.н., професор, Верхованцева В.О. – к.т.н., доцент; Паляничка Н.О. – к.т.н., доцент; Олексієнко В.О. – к.т.н., доцент; Лебідь М.Р. – магістрант; Щербаков Д.В. – магістрант.

Відповідальний за випуск – д.т.н., доцент Самойчук К.О.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.,  
72312 Україна  
Email: tdatu.ophv@yandex.ru

ISSN 2078–0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, 2021.

## **ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ**

Антебура А.В., МгХТз-1-19  
 Причина Ю.С., МгХТз-1-19  
 Суворов Р.В., МгХТз-1-19  
 Мирошниченко В.А., МгХТз-1-19  
 Керівник Олексієнко В.О., к.т.н., доц.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
 Таврійський державний агротехнологічний університет імені  
 Дмитра Моторного*

**Анотація – розглянуто варіанти використання різних інгредієнтів з метою поліпшення якості і біологічної цінності хлібобулочних виробів.**

Дуже цікавими є розробки нових сортів хліба з використанням нетрадиційної сировини. Наприклад, для додання хлібу дієтичних і лікувально-профілактичних властивостей використовували екстракт згущеного топінамбура; продукти переробки кореня солодки; порошкоподібний концентрат сироваткових білків, отриманих з сирної сироватки методом ультрафільтрації. Такий же ефект досягається при використанні добавки у вигляді екстракту цільового збору лікарських рослин і дезінтеграту сирих овочів, концентрату харчових волокон, отриманих шляхом хіміко-ферментативного гідролізу соснової тирси; світлих солодових паростків; молочка далекосхідних лососевих риб.

Застосування борошна з насіння амаранту, порошку з жмиху плодів граната; екстракту листків кропиви на воді або молочній сироватці сприяє не тільки підвищенню харчової цінності хліба, а й покращує якість одержуваних виробів.

Подібний ефект досягається і при використанні в процесі тістоприготування концентрованого виноградного соку; виноградного вакуумованого суслу; люпинового борошна, а також продуктів переробки гарбуза. Харчова цінність і якість хліба підвищуються і в разі використання при його виробництві компонентів висівок пшениці і тритикале (геміцелюлози, крохмалю та водно-сольового екстракту); подрібнених до певної крупності кісточок абрикоса; термічно обробленого кукурудзяного борошна; продуктів переробки айви. Введення в рецептуру порошку з бульб топінамбура і висівок; обліпихового шроту; сочевичного борошна у вигляді попередньо гідролізованої заварки; борошна з насіння бавовнику також підвищує харчову цінність хліба. Такий же ефект може бути досягнутий і при використанні в якості збагачувальної добавки

горохового борошна, що пройшло спеціальну гідротермічну обробку; знебарвленою крові великої рогатої худоби; борошна з насіння персикової пальми; порошку шипшини. Підвищенню харчової цінності хліба також сприяє використання при його виробництві тонкоподрібнених мускатних горіхів і білковмісних добавок.

Застосування борошна із зародків пшениці, пивної дробини; пшеничних висівок, що пройшли спеціальну обробку; харчових волокон апельсину, гороху, пшениці і мікрокристалічної целюлози дозволяє отримати продукти з більш високим вмістом харчових волокон. Подібний ефект досягається і при використанні подрібненого вівсяного лущиння.

При існуючому дефіциті харчового білка особливого значення набуває значимість використання речовин, що містять білок для збагачення хліба. Прикладами можуть служити вироби з соєвого борошна і вироби з борошна тритикале, а також вироби з диспергованого насінням амаранту. При використанні борошна з низькими хлібопекарськими властивостями підвищується якість хліба і його харчова цінність використанням білкового збагачувача з зародка кукурудзи.

Біологічна цінність хліба підвищується і при використанні білкових ізолятів отриманих з макухи насіння томатів, шроту насіння льону і макухи кукурудзяного зародка, а також борошна з насіння льону та лляної олії. Додавання порошку з шкурки, насіння або вичавок винограду; соєвої окари, білкових ізолятів із зародків пшениці, рису, кукурудзи, ячменю дозволяє підвищити біологічну цінність хлібобулочних виробів. Такий же ефект досягається при використанні соєвого білкового препарату сочевиці; ізолизованого білка соняшнику; борошна з насіння бавовни; екстракту зеленого чаю. Крім того, для підвищення біологічної цінності хліба використовували борошно з насіння кунжуту.

З метою підвищення вмісту білка в хлібі розроблялися сорти хліба із застосуванням нутового борошна, нутового молока, а також з сухим білковим напівфабрикатом з кістки.

Збагачення хлібу незамінними амінокислотами може бути досягнуто за рахунок включення в його рецептуру частково гідролізованого і дезодорованого рибного борошна.

Застосування борошна з цикорію в якості натурального інгредієнта дозволяє поліпшити процес випічки.

Такі вироби як хліб з пектином і морською капустою, а також хлібобулочні вироби з добавкою сушеної ламінарії дозволяють вирішити проблему недостатності йоду.

Включення в рецептуру тіста гарбузово-патокового, морквяно-патокового і яблучно-патокового порошоків; борошна з зеленого горошку; продуктів переробки гранатів; розчинів цукру в молочній сироватці сприяє збільшенню питомого обсягу хліба, поліпшення його пористості, вироби з цими добавками мають приємний смак і аромат. Такий же ефект

досягається при використанні при виробництві хліба картопляної крупки; меляси рафінованого молочного цукру; добавок пюре з обліпихи, калини, горобини і яблук, а також з моркви, картоплі та буряків; соку картоплі і молочної сироватки в складі харчової суміші для активації пресованих дріжджів. Застосування кропив'яний-горобинового, яблучно-пектинового і яблучного екстрактів, яблучної клітковини і вівсяних висівок; полісахаридних препаратів не тільки сприяє підвищенню якості хліба, а й істотно сповільнює процес черствіння. Подібний ефект досягається і при використанні борошна з насіння льону та лляної олії. Внесення в тісто жому айви та молочної сироватки спільно з ферментним препаратом; використання шкварки дозволяє отримати вироби з хорошими фізико-хімічними та органолептичними показниками якості. Такий же результат досягається при використанні в процесі тістоприготування пектинового концентрату або екстракту з яблучних вичавок. Також поліпшенню якості хліба сприяє використання в процесі тістоприготування борошна з насіння ріжкового дерева і борошна з насіння тари; ферментованого борошна із зерна сорго; борошна з насіння амаранту; продуктів переробки цукрових буряків. Подібний ефект може бути досягнутий і при використанні пасти з мандаринових вичавок; свіжого листя селери, зеленої цибулі, подорожника і кропиви; пюре з дикорослих яблук і абрикосів; морквяного пюре. Використання гарбузового порошку в процесі приготування хліба дозволяє підвищити якість одержуваних виробів з борошна, що має низьку клейковину.

Непогані результати були отримані при використанні в якості добавок при виробництві хліба борошна з люпину; борошна із зерна сорго; пшеничного шроту; топінамбура, борошна з знежиреного соняшникового насіння. Відомі рецептури приготування хліба з використанням в якості рідкого компонента пива, хліба приправленого каррі; хліба, при виробництві якого використовували лікарські трави, різні плоди і порошок висушених зелених водоростей; капустаєне пюре; лушпиння пасту і гострі приправи.

Відомий спосіб виробництва хліба, при якому дріжджі зміщували з добавкою, що пригнічує розвиток цвілевих грибів, для цього використовували мелений хміль (його відвар і / або його екстракт), отриманий при обробці хмелю водою, спиртом, зрідженим газом або їх сумішами.

Але, незважаючи на всі переваги нових нетрадиційних сортів хліба, дуже часто їх виробництво буває досить трудомістким процесом і вимагає спеціального обладнання. Набагато зручніше для виробника здійснювати розширення асортименту на наявній площі, без застосування додаткового обладнання, використовуючи традиційні способи приготування тіста. Крім того, існує проблема недостатності інформації про методологію товарознавчої оцінки подібних сортів хліба.