

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

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

до дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва хліба із  
мікронізованого зерна пшениці**

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

\_\_\_\_\_ Марина РАДЧЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«12» листопада 2024 р.

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

Радченко Марині Іванівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва хліба із мікронізованого зерна пшениці».  
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва хліба із цілого зерна за новітніми технологіями. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на борошномельних підприємствах та підприємствах з виробництва хлібобулочних виробів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Устаткування для проведення досліджень. 4 Експериментальна частина. 5 Практичне впровадження отриманих результатів. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024
6	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.24	виконано
2	Огляд літератури	14.11-18.11.24	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.12-03.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.12-05.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	06.12-09.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12-11.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12.2024	виконано

**Здобувачка вищої освіти**

\_\_\_\_\_ Марина РАДЧЕНКО  
( підпис )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 65 сторінок друкованого тексту, 18 рисунків та ілюстрацій, 20 таблиць та використано 52 літературних джерела посилань.

Мета досліджень – розробка технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньою його мікронізацією.

Об'єкт дослідження – процес мікронізації продовольчого зерна пшениці, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу мікронізації продовольчого зерна пшениці, вплив його на якість хліба із цілого зерна пшениці.

Найбільш перспективним способом реалізації завдання створення асортименту спеціальних хлібобулочних виробів є розробка і впровадження нових видів хліба, що забезпечують повноцінне і регулярне насичення організму людини харчовими волокнами, а також всіма необхідними мікронутрієнтами, вітамінами і мінеральними речовинами.

Технологія виготовлення зернового хліба з використанням мікронізації зерна значно розширює асортимент, покращує якість і мікробіологічні характеристики хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом харчових волокон завдяки змінам фізичних і технологічних властивостей зерна.

В останнє десятиліття технологія приготування хлібобулочних виробів з цілого зерна пшениці набула широкого поширення і реалізується на хлібопекарських підприємствах України і ряду Європейських країн.

Ключові слова: ПШЕНИЦЯ, МІКРОНІЗАЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИВАЛІСТЬ, ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЇ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ВИПРОБУВАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Аналіз наукових досліджень, виконаних по тепловій обробці зерна та харчових продуктів	9
1.2 Способи виробництва хліба з цілого зерна та шляхи їх вдосконалення	10
Висновки до розділу	17
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Сировина і матеріали, що застосовувалися в роботі	19
2.2 Методи досліджень, що застосовувалися в роботі	19
2.2.1 Методи досліджень властивостей сировини	19
2.2.2 Методи приготування тіста і хліба	20
2.2.3 Методи досліджень властивостей напівфабрикатів	23
2.2.4 Методи оцінки якості хліба	24
Висновки до розділу	25
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	26
3.1 Характеристика сировини, що застосовувався при проведенні досліджень	26
3.2 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці при мікронізації на якість зернового хліба	27
3.2.1 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці і кінцевої температури його мікронізації на якість зернового хліба	29
3.2.2 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці та потужності джерел ІЧ-випромінювання на якість зернового хліба	34
3.3.3 Вплив інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці	42
Висновки до розділу	47
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	49

Висновки до розділу	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5.1 Розробка карти безпеки праці	52
5.2 Утилізація відходів виробництва хліба та хлібобулочних виробів	53
Висновки до розділу	54
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
6.1 Організація проведення дослідження	55
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	56
6.3 Розрахунок вартості дослідження	59
Висновки до розділу	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЯ	61

## ВСТУП

Одним з ключових напрямків розвитку харчової промисловості, визначеним у Концепції державної політики у сфері здорового харчування, є розробка високоефективних екологічно безпечних технологій виробництва харчових продуктів із зернової сировини, яка має підвищену харчову та біологічну цінність.

Найбільш перспективним підходом до створення асортименту спеціальних хлібобулочних виробів є розробка та впровадження нових видів хліба, які забезпечують повноцінне і регулярне насичення організму людини харчовими волокнами, а також усіма необхідними мікронутрієнтами, вітамінами та мінералами.

Використання ІЧ-обробки зерна у технології виготовлення зернового хліба дозволяє значно розширити асортимент, покращити якість і мікробіологічні показники хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом харчових волокон завдяки модифікації фізичних і технологічних властивостей зерна.

В останнє десятиліття технологія приготування хлібобулочних виробів з цілого зерна пшениці набула широкого поширення і реалізується на хлібопекарських підприємствах України і ряду Європейських країн.

Вирішенню окремих аспектів проблеми виробництва зернового хліба присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних дослідників.

Технологія хліба з цілого зерна пшениці з використанням ІЧ-енергопідводу ще не розроблена. Причиною тому є відсутність науково обґрунтованих технологічних рішень, які необхідні для її реалізації на хлібопекарських підприємствах різної потужності і розширення асортименту виробів, які виробляються стабільно високої якості.

Тому даний напрямок досліджень є актуальним для хлібопекарської промисловості.

Мета дослідження полягає в розробці технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньою мікронізацією. Для досягнення цієї мети були сформульовані такі завдання:

- дослідження впливу технологічних характеристик зерна пшениці в даній технології на якість зернового хліба;
- визначення оптимальних режимів мікронізації зерна пшениці при виробництві зернового хліба;
- розробка технології зернового хліба з попередньою мікронізацією зерна;
- рекомендації для промислової апробація технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньої мікронізації зерна;
- розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес мікронізації продовольчого зерна пшениці, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предметом дослідження є закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу мікронізації продовольчого зерна пшениці, а також вплив цього процесу на якість хліба з цілого зерна пшениці.



## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Аналіз наукових досліджень, виконаних по тепловій обробці зерна та харчових продуктів

На сьогоднішній день тепла обробка зерна ІЧ-випромінюванням при підготовці його до згодовування сільськогосподарським тваринам часто використовується для технологічного процесу виробництва готування комбікорму.

Термообробка зерна ІЧ-випромінюванням одержала найбільш повний розвиток у роботах [35, 36, 37]. Авторами був запропонований раціональний розв'язок проблеми використання ІЧ-випромінювання в технологічних процесах харчової промисловості, яке було досягнуто на основі комплексних експериментальних і аналітичних досліджень.

Значний внесок у розвиток теорії й технології сушіння інфрачервоними променями внесли дослідження й роботи наступних авторів: [13], [12], [16]. Авторами було виявлено, що термічна обробка зерна може проводитися за допомогою газу, термовипромінювання, гарячого повітря [10].

У роботах [16, 17, 18] досить докладно розглянуте питання сушіння харчових продуктів, де викладені питання теорії, техніки, технології, а так само наведені теплофізичні характеристики й оптимізовані режими сушіння. Автор відзначає у своїх роботах, що при аргументованому виборі режиму процесу сушіння зерна, потрібно відштовхуватися від технологічних властивостей оброблюваного матеріалу, які міняються в результаті сушіння, тобто потрібно вибирати такі параметри (як температура, швидкість повітря, вологість і ін.), при впливі яких можливо було одержувати оптимальні технологічні властивості [18].

Апарати, розглянуті в працях [21, 22], працюють під надлишковим тиском, через свій зовнішній вигляд і звуковий ефект при роботі одержали назву «гармати». У вітчизняній практиці поширені термічні апарати із зовнішнім газовим обігрівом. Зерно злакових культур, за винятком кукурудзи, що лопається,

вибухаючи в цих апаратах, зберігає цілісність ендосперму, не розтріскується, а як би спучується, здобуваючи залежно від виду продукту кулясту (кукурудза, соя, горох) або подовжено-овальну форму (рис, пшениця, овес, ячмінь). Так, у процесі висадження зерна кукурудзи кількість декстринів збільшується з 1,19 до 13,38 %, а при висадженні кукурудзяної крупи – з 1,70 до 14,75 %; у зерні вміст водорозчинних речовин збільшується з 5,96 до 18,16 %, а в крупі – з 4,57 до 27,14 %. При висадженні зерна пшениці кількість декстринів збільшується з 4,35 до 15,97 %, а при висадженні пшеничної крупи – з 0,49 до 24,84 %, у зерні пшениці вміст водорозчинних речовин збільшується з 9,64 до 32,29 %, а в пшеничній крупі – з 6,25 до 35,34 %. Усе це вказує на те, що при термічній обробці круп відбуваються більш глибокі зміни хімічних речовин, що входять до їхнього складу.

Дослідженням теплової обробки фуражного зерна ІЧ-випромінюванням при підготовці до згодовування висвітлені у роботах [13, 18, 28, 30]. Авторами було запропоновано термічну обробку фуражного зерна підсмажуванням робити кондуктивним методом на обжарювальних агрегатах періодичної дії. Температура поверхні, що гріє, даних агрегатів рівна 200 – 230 °С, тривалість нагрівання 90 – 100 хвилин. У результаті обсмажування фуражного зерна відбувається гідроліз крохмалю й перехід його в декстрин. Але при цьому живильна цінність комбікорму, що включає підсмажене зерно, збільшується незначно.

У даний момент основу агрегатів для мікронізації становлять машини із застосуванням стрічкового конвеєра. Це пояснюється, насамперед, просте компонуванням таких машин процесу, що протікає, мікронізації на стрічковому конвеєрі, складністю конструкції. Ці машини роблять роботу при значних витратах енергії.

## 1.2 Способи виробництва хліба з цілого зерна та шляхи їх вдосконалення

Хліб з диспергованого зерна жита та пшениці містить усі цінні компоненти цільних зерен: білки, жири, вуглеводи, харчові волокна, а також вітаміни групи В,

Е, РР та інші, разом із мінеральними речовинами (залізо, кальцій, фосфор). Людей також приваблювала простота виготовлення, помітна економічність і впевненість у харчовій цінності всіх складових частин зерна.

Одночасно в гігієнічній лабораторії вивчали засвоюваність зернового і звичайного хліба на людях і собаках. Були використані п'ять технологічних схем виготовлення хліба з цілого зерна. З тими чи іншими відмінностями вони представляли собою одну і ту ж принципову схему: очистка зерна, його замочування з попередньою мийкою або без неї, перетворення замоченого зерна в тісто різними способами. Попередньо зерно лушили на обдирній установці, роздавлювали на гладких або рифлених вальцях, додавали воду до утвореної маси, зброджували. Після цього слідували формування короваїв та випічка.

Ряд вчених вивчали можливість виготовлення хліба з диспергованого зерна. Вони випробували різні методи обробки цільного зерна: мокрий помел, віброздрібнювання, подрібнення за допомогою екструдера та використання спеціально підібраної схеми відбору потоків і формування суміші з заданим складом. За технологічними та економічними характеристиками останній метод, розроблений фахівцями борошномельної галузі, показав найкращі результати. Для виробництва хліба з цільного зерна пшениці був створений спеціальний диспергатор, який дозволяє виготовляти хліб без використання борошномельного процесу.

В 200 роках вчені створили вперше в світі технологію й устаткування для отримання хліба без борошна, що складається на 100 % з цілого пророщеного зерна, і довів цю технологію до рівня промислового виробництва. Потім він створив машину диспергуючу очищене і підготовлене в результаті замочування і набухання зерно до подальшої обробки. Ця машина забезпечила утворення тістової маси, здатної до бродіння з показниками, ознаками і кінцевим результатом, які аналогічні для звичайного тістоведення при використанні звичайного борошна з борошнозавода. Всі інші технологічні прийоми залишаються тими ж, що і при традиційному промислового хлібопеченні: заміс, бродіння, розстоювання, випічка [14].

Подрібнення зерна для отримання однорідної маси є одним із ключових етапів технології виготовлення зернового хліба [15]. Ступінь подрібнення впливає на сенсорну оцінку готового продукту: його зовнішній вигляд, текстуру м'якуша та відчуття під час розжовування. Раніше для цього використовували колоїдні млини, екструдери та плющильні установки [5]. Проте при застосуванні цих методів подрібнення хліб виходив низького об'єму і в деяких випадках містив цілі зерна.

На сьогоднішній день зареєстровано велику кількість патентоохоронних документів, на виробництво хліба з цілого зерна.

Нова технологія приготування зернового хліба з використанням компонентів цілого зерна жита була запропонована вченими [21, 22]. Цей спосіб дозволяє отримувати вироби з високими споживчими властивостями, низьку калорійність, з великим вмістом харчових волокон, мінеральних речовин. При цьому було використано дисперговане зерно жита, попередньо витримане в заквасці. Внесення підготовленого таким чином зерна жита в тісто форсує процес бродіння в два рази.

Спосіб [35], передбачає обробку рослинної сировини в воді до появи паростків, його подрібнення змішування з сольовим розчином і дріжджами і подальшу переробку до отримання готового продукту. Відмінною особливістю є те, що дріжджі перед змішуванням з іншими компонентами активують, витримуючи їх у частині подрібненої рослинної сировини і води.

Дієтологи рекомендують пророслі зерна злаків та їх екстракти для дієтичного та лікувального харчування через їх високу біологічну активність. Вони сприяють поліпшенню травлення, стабілізують нервову систему, стимулюють ріст та підвищують фізичну працездатність. Пророщене зерно в порівнянні з непророщеним містить значно більше вітамінів, особливо груп В і Е, макро- і мікроелементів в легкозасвоюваній формі. Завдяки наявності в пророщені зерна активних ферментів поліпшується засвоюваність білків. Крохмаль в пророщених зернах частково перетворюється в дисахаридну мальтозу, що полегшує його переварювання.

Технологія використання пророщеного зерна також використовується в ряді інших робіт.

Так робота [19] заснована на пророщуванні зерна протягом 18 – 20 годин до досягнення довжини паростка 1,5 мм, і при цьому в процесі замісу вводиться морська сіль в – 1, морська сіль – 0,2, цукор – 1, мед – 1,5, лимон – 1,5, трави – 0,1 – 0,2 в кількості, % до зернової маси і за необхідності вода. Після перемішування тісто витримується 5 – 7 годин. За цей час відбувається бродіння за рахунок власних ферментів зерна.

В роботі [16] беручи за основу пророщування зерна пшениці, пропонують отриману масу перед внесенням в тісто гомогенізувати при температурі 45 °С. Для автолізу маси в неї додатково вносять біомасу проростків і пророслого насіння польових культур.

Спосіб виробництва бездріжджового хліба з пророслого зерна пшениці, запропонований групою авторів [22, 24] передбачає замочування зерна на 18 – 24 години. При цьому 3 – 6 разів змінюють воду і перемішують зерно. Набрякле зерно пророщують протягом 22 – 26 годин і за цей час його промивають не менше 4 разів і перемішують, а потім подрібнюють. При приготуванні тіста автори пропонують додавання 15 % (від загальної маси) пшеничного борошна.

При розробці хліба [36] також використовується процес пророщування зерна, після його замочування протягом 7 – 10 годин. Частина пророщеного зерна висушується до вологості 30 %. Висушене і вологе зерно беруть в співвідношенні 1:1. Тісто готують в один прийом, вносячи в нього передбачені рецептурні компоненти.

Висушене і пророщене зерно підмішують в кінці розстоювання, вистоюють тісто протягом 2 – 4 годин.

Відмінною особливістю технології, запропонованої вченими [35] є те, що після замочування воду зливають і витримують зерно у вологій атмосфері повітря до появи білих паростків довжиною 0,5 – 2,5 мм. До подрібнення зерно знову замочують протягом 3 – 6 годин. Замочування і витримку зерна у вологій атмосфері здійснюють циклічно, чергуючи замочування з витримкою щонайменше 2 рази. Випікають при температурі 140 – 150 °С, протягом 100 – 120 хв.

Авторами [40] при розробці безмучного хліба було отримано хороший результат по збереженню практично всіх речовин, що містяться в цілому зерні, хліб виготовляється з цілого зерна, доведеного до стадії проростання, коли пробуджуються життєві сили зародкового організму, активізуються ферменти, потім пророщене зерно перетворювали в спеціальній машині в тістову масу. У цьому хлібі зберігаються майже всі речовини, які містяться в цілому зерні, у їх природному вигляді, включаючи харчові волокна, алейроновий шар, а також зародок тощо.

Харчові і лікувально-профілактичні властивості цього хліба величезні. Він пройшов численні клінічні випробування, підтверджені медичними висновками, рекомендований до вживання Міністерством охорони здоров'я і діабетичної центром Болгарії як оздоровчий продукт для всіх верств населення, в тому числі для організованого харчування школярів і дошкільнят. За висновком Інституту харчування, цей хліб значно перевищує всі традиційні сорти хліба за харчовою та біологічною цінністю, особливо "білий" хліб, випечений з борошна вищого та першого сорту.

В роботі [34] був використаний спосіб виробництва зернового хліба, який передбачає замочування до вологості 40 – 45 %. При цьому його додатково промивають водою, яку подають під тиском 3 – 5 атм, після чого зерно остаточно промивають, подрібнюють і зернова маса дозріває протягом 10 – 30 хв. Як рецептурні компонентів використовуються: насіння льону, масло рослинне, цукор, мед, родзинки. Перед розстоюванням тістові заготовки посипаються вівсяними пластівцями, насінням льону, сумішшю цукру і масла.

Спосіб виробництва хлібних виробів з цілісного зерна, запатентований вченими [25, 26] полягає в наступному: подрібнення зерна, заміс тіста шляхом змішування наступних компонентів: підготовленої зернової маси, води, дріжджів, сольового розчину; оброблення; вистоювання; випічка. Відмінною особливістю запропонованого способу є використання дріжджів, отриманих багатостадійним культивуванням на живильному середовищі, що містить джерела вуглецю, азоту, фосфору, мікро і макро елементів, що збагачують кінцевий продукт. Як

мікроелементи використовується джерело йоду, який вводять на кожній стадії культивування. Підготовку зерна ведуть шляхом замочування зерна в воді, що містить йод.

Вчені [38] розробили спосіб виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, що включає приготування тіста однофазним або багатофазним способом, який відрізняється тим, що в якості сировини для приготування тіста використовують пластівці або суміш борошна і пластівців, отримані за допомогою плющення попередньо замоченого зерна. Замочування зернових культур ведуть до появи ознак проростання зерна, або при нагріванні до розпарення зерна.

Вчені [11] запропонували спосіб виробництва зернового хліба особливістю якого є додавання в зерновий напівфабрикат готового збродженого мучного тіста в кількості від 10 до 90 % до маси зернового напівфабрикату.

Спосіб виробництва зернового хліба, запропонований в [35], передбачає замочування зерна у два етапи. На першому етапі зерно заливають водою температурою 18 – 20 °С, витримують отриману суміш протягом 18 – 22 хвилин з 2 – 3-кратною зміною води. На другому етапі зернову масу заливають водою температурою 8 – 12 °С, в обсязі, що на 15 – 20 % перевищує об'єм зерна, і витримують при температурі 2 – 5 °С протягом 26 – 40 годин. Потім зерно піддають стабілізації: відокремлюють залишки незв'язаної води та сушать зернову масу при температурі 16–30 °С протягом 12 – 24 годин до досягнення вологості 22 – 26 %. Потім зерно надходить на подрібнення, яке проводять за допомогою пари працюючих ножів в системі зминання і різання.

Вчені [38] пропонують використовувати для замочування зерна воду, яку попередньо заморожують до вмісту не більше 70 % від загальної маси води прозорих кристалів льоду. Воду, яка лишилась видалюють, а кристали льоду змішують з карбідом кремнію в кількості не менше 50 г на літр води, отриманої після танення цих кристалів. Суміш витримують протягом не менше 5 діб. Воду, що залишилася від замочування, відокремлюють від зернової суміші і вносять при замішуванні тіста.

Вчені [17] розробили композицію для приготування хліба, що містить, мас. %: замочене подрібнене зерно і пророщене подрібнене зерно 30 – 70, сік обліпихи або екстракт чистотіла, або екстракт люцерни до 7, молочна сироватка до 7, згущений молочний продукт або горіхи до 2,1, емульгатор 0,3 – 0,5, соя 1 – 25, оліфен 0 – 0,00015, вода. Дана композиція може бути використана у виробництві дієтичних хлібобулочних виробів для підвищення лікувально-профілактичних властивостей, а також для виробництва спеціалізованих хлібобулочних виробів для харчування, наприклад, спортсменів для підвищення швидко-витривалих якостей шляхом оптимізації кисневого обміну організму, поліпшення засвоюваності білків і мікроелементів.

Вчені [42] пропонують рідку фракцію, відведену при подрібненні, використовувати при замішуванні тіста в якості компонента Даний спосіб, який не містить початкової операції по бродінню тіста, забезпечує ферментацію тіста без підвищення його кислотності і в той же час – активне утворення численних пір, розташованих рівномірно по всьому об'єму хліба, що сприяє кращій засвоюваності хліба.

Відмінності в технологіях виготовлення зернового хліба також стосуються способу замісу тіста. Наприклад, автори [42] та інші вчені пропонують проводити заміс тіста одночасно з подрібненням зерна, дозуючи основні та додаткові інгредієнти в диспергатор. Для підвищення харчової цінності хліба з цілого зерна можна також додавати йодовані дріжджі, екстракти лікарських рослин, молочну сироватку, мінералізовану воду, а також зерно жита, вівса, ячменю, гречки та інших зернових і бобових культур, а також закваску на основі біфідобактерій і насіння льону [47].

У роботі [16] виробництві зернового хліба пропонує використовувати в якості спеціальної закваски суміш заквасок з хмелю (4 – 10 %) і диспергованого, попередньо замоченого лущеного зерна вівса (90 – 96 %).

В [45] запропоновано на стадії зволоження вносити в воду сіль і  $\beta$  – циклодекстрин для отримання хліба підвищеного об'єму з добре розпушеним еластичним м'якушем, яскраво вираженим смаком і ароматом



В [44] розроблено метод виготовлення зернового хліба, який передбачає використання цитолітичних ферментних препаратів або їх комбінації з  $\alpha$ -амілазою на стадії замочування зерна в кількості 0,003–0,01 % від маси сухих речовин зерна. Даний спосіб дозволяє використовувати не лущене зерно, підвищує харчову цінність хліба і збільшує вихід хліба.

Відомий спосіб виробництва зернового хліба, який передбачає замочування зерна в анолітному електроактивованому водному розчині з рН 2,0 – 2,5 і окислювально-відновним потенціалом (ОВП) 1140 – 1000 мВ протягом 1 – 1,5 годин. Набухання зерна ведуть після промивання в проточній воді в католітному електроактивованому водному розчині з рН 11,0 – 11,5 і ОВП (- 820) - (- 870) мВ протягом 10 – 12 годин. Після цього зерно пророщують при кімнатній температурі протягом 8 – 10 годин до довжини паростка не більше 1,5 мм. Даний спосіб дозволяє ефективність знезараження зерна та скоротити процес замочування [13].

Аналіз даної науково-технічної літератури виявив численні способи виробництва хліба з цілого зерна пшениці та інших злакових культур.

Відомо, що зерно має дуже високу мікробіологічну забрудненість, що сильно ускладнює його використання без попередньої обробки технології зернового хліба.

Тому дуже важливим є визначення оптимальних способів обробки зерна, для підвищення його мікробіологічної чистоти, використовуваного в технології зернового хліба

#### Висновки до розділу

В огляді літературних даних розглядаються сучасні технології виробництва хліба з цілого зерна, процеси, що відбуваються при мікронізації зерна і способи підвищення мікробіологічної чистоти зернової сировини.

Аналізуючи науково-технічну літературу з проблеми виробництва хліба з цілого зерна можна сказати, що розробка технології зернового хліба є цінним винаходом.

Отримано продукт, що забезпечує людину відмінним набором нутрієнтів для підтримки здорового способу життя та працездатності на високому рівні. Однак при виробництві зернового хліба існують проблеми пов'язані з дуже швидким псуванням диспергованої зернової маси через підвищену активність ферментних систем і високої мікробіологічної забрудненості зерна. У зв'язку з цим, доцільно в технологічний цикл виробництва хліба з цілого зерна пшениці, включити стадію ІЧ-обробки зерна перед замочуванням.

Узагальнення літературних даних підтверджує практичну значимість проведення досліджень по вивченню впливу інфрачервоного випромінювання на якість хліба з цілого зерна пшениці.

Тому даний напрямок досліджень є актуальним для хлібопекарської промисловості.

Мета дослідження полягає в розробці технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньою мікронізацією. Для досягнення цієї мети були сформульовані такі завдання:

- дослідження впливу технологічних характеристик зерна пшениці в даній технології на якість зернового хліба;
- визначення оптимальних режимів мікронізації зерна пшениці при виробництві зернового хліба;
- розробка технології зернового хліба з попередньою мікронізацією зерна;
- рекомендації щодо промислової апробація технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньою мікронізацією зерна;
- розрахунок кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес мікронізації продовольчого зерна пшениці, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предметом дослідження є закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу мікронізації продовольчого зерна пшениці, а також вплив цього процесу на якість хліба з цілого зерна пшениці.

## 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Сировина і матеріали, що застосовувалися в роботі

У роботі застосовували наступну сировину.

Використовували проби зерна пшениці врожаю 2023 – 2024 року.

Дріжджі хлібопекарські отримували з ПАТ «Наdejда», місто Кривий Ріг.

Сіль кухонну харчову «Екстра» отримували з ЗАТ «Оптимум», місто Дніпро.

Цукор-пісок отримували з ПрАТ «Поділля», місто Крижопіль.

### 2.2 Методи досліджень, що застосовувалися в роботі

Дослідження проводили в лабораторії кафедри «Харчових технологій» та в умовах виробництва.

#### 2.2.1 Методи досліджень властивостей сировини

Властивості сировини, що використовується при проведенні досліджень, оцінювали за такими показниками.

Зерно пшениці оцінювали за показниками товарного класу зерна, вологості, засміченості, натури, скловидності, кількістю та якістю клейковини, відповідно до ДСТУ 3768:2019. Вміст смітної і зернової домішок визначали по ДСТУ 3768:2019.

Натура зерна – це маса 1 л зерна, в грамах. Натура визначалась відповідно до ДСТУ 10840:2019.

Маса 1000 зернин визначалась відповідно до ДСТУ ISO 520:2015.

Склоподібність зерна визначали за допомогою Діафаноскопа ДСЗ-2 відповідно до методики

Пресовані хлібопекарські дріжджі аналізували за показником підйомної сили, яка визначається швидкістю підйому тіста згідно з ДСТУ 4812:2007. Кухонну харчову сіль «Екстра» оцінювали органолептичним методом відповідно до ДСТУ 4886.20:2007. Цукор-пісок також аналізували органолептично за ДСТУ

ДСТУ 4623:2006. Питну воду оцінювали органолептично згідно з ДСТУ 7525:2014.

### 2.2.2 Методи приготування тіста і хліба

При поведінці досліджень впливу якісних показників зерна пшениці, кінцевої температури мікронізації зерна пшениці та щільності потоку інфрачервоного випромінювання на якість зернового хліба, проводили серію випічок в лабораторних умовах кафедри харчових технологій ДДАЕУ.

Для дослідження впливу параметрів ІЧ-обробки зерна на якість хліба з нього, зерно пшениці попередньо опромінювали на лабораторній установці для мікронізації зерна. Схема установки представлена на рисунку 2.1.

Для дослідження кінетики інфрачервоної обробки гранульованих матеріалів було сконструйовано експериментальну установку з джерелом інфрачервоного випромінювання (рис. 2.1 і 2.2).



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд дослідного устаткування для мікронізації зерна пшениці

Установка складається з зони для обробки матеріалів, в якій можна замінити рефлектор. Положення випромінювачів (відносно рефлектора) можна плавно регулювати як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах, що дозволяє

проводити дослідження просторового енергетичного опромінення з наступними конструктивними рішеннями:

- 1) від одного випромінювача та від декількох випромінювачів;
- 2) з можливістю використання рефлекторів різної форми; та
- 3) з рівномірним та нерівномірним розміщенням випромінювачів у горизонтальній площині.

На рисунку 2.2 показано розташування випромінювачів над зоною обробки.

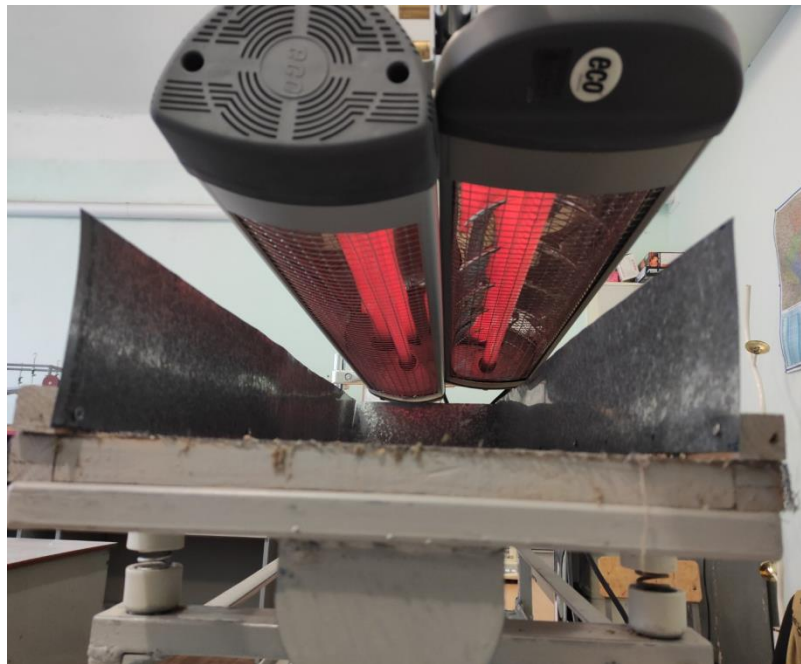


Рисунок 2.2 – Положення випромінювачів на дослідному устаткуванні

В електричному ланцюзі використовується тиристорний блок для зміни напруги на клеммах ІЧ-випромінювача в діапазоні 0-250 В і генерації коливальних режимів ІЧ-опромінення. Температура поверхні опромінюваного матеріалу вимірюється за допомогою дистанційного безконтактного ІЧ-термометра Raytek MiniTemp FS. Експериментальна установка також оснащена вібратором для поступового переміщення дослідного матеріалу.

Для отримання більш точних даних і наближення до реальних умов обробки було вирішено провести експериментальну роботу на установці промислового типу УТЗ-4М.

Приготування тіста і хліба в лабораторних умовах. Зерно пшениці обробляли на лабораторній установці, до різних кінцевих температур, при щільності потоку 6, 12 і 24кВт/м<sup>2</sup>, товщина шару зерна становила 5 мм. Далі зерно пшениці промивали водою не менше 2 разів, відволожували протягом 22 – 26 год, видаляли надлишки води за допомогою сита. Підготовлене зерно пшениці диспергувати на серійному устаткуванні моделі ЛЗ-08, яке використовується в поточних лініях з виробництва зернового хліба. З отриманої диспергованої зернової маси замішували тісто на тістозмішувальній машині «Diosna».

Тісто готували безопарним способом відповідно з «Технологічними інструкціями з виробництва хлібобулочних виробів з цілого зерна». В таблиці 2.1. представлено рецептуру і технологічні режими приготування тіста.

Таблиця 2.1 – Рецептура і технологічні параметри приготування хліба з цілого зерна пшениці

Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу	Витрата сировини і параметри процесу
Зерно пшениці, кг	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,5
Сіль кухонна, кг	1,7
Цукор-пісок, кг	1,5
Вода, кг	за розрахунком
Вологість, %	$W_{хл.} + (0,5-1,0)$
Температура початкова, °С	28 – 30
Тривалість бродіння тіста, хв.	20 – 160
Кислотність кінцева, град	2,5 – 4

Бродіння тіста відбувалося в сухоповітряному термостаті при температурі 30 – 32 °С. Формування тістових заготовок масою 200 г для подового хліба та 400 г для формового хліба здійснювалося вручну. Вистоювання тістових заготовок проводили в вистоювальній шафі Brabender при температурі 38 – 40 °С і відносній вологості повітря 75 – 80 % до досягнення готовності. Готовність тістових заготовок до випікання визначали органолептичним методом. Випічка проходила в

лабораторній печі Унох при температурі в пекарній камері 200 – 220 °С. Тривалість випічки становила 20 хвилин для подового хліба та 25 хвилин для формового хліба.

Приготування хліба при проведенні виробничих випробувань на пекарні середньої потужності. Зерно пшениці без попереднього луцення та мийки обробляли ІЧ-випромінюванням на установці УТЗ-4. Зерно обробляли при товщині шару зерна 5 мм і щільністю потоку випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup> до температури зерна після опромінення – 100 °С.

Далі зерно пшениці замочували у воді з температурою 20 – 25 °С протягом 24 годин при витраті води в кількості 50 % від маси зерна. Зволене зерно подрібнювали на диспергаторі Д-150 з наступним набором насадок: трилопатевий ніж, матриця з діаметром отворів 4 мм, дванадцятилопатевий ніж, матриця з діаметром отворів 3 мм.

З отриманої диспергованої зернової маси на тістозмішувальній машині УТМ-6 замішували тісто. Рецепттура тіста і параметри технологічного процесу зернового хліба наведені в таблиці 2.1. Бродіння тіста здійснювали в діжі протягом 60 – 90 хвилин в умовах цеху до кислотності 2,5 град. Зброжене тісто на тістоподільнику ТД-30 ділили на шматки масою 0,47 кг, які укладали в форми, попередньо змазані рослинною олією. Вистоювання тістових заготовок здійснювали в вистоювальній шафі ШТР-18 при температурі 38 °С і відносній вологості повітря 75 % до готовності. Випічку тістових заготовок виробляли в ротаційній печі ПКЕ-9 зі зволоженням парою на початковому етапі.

### 2.2.3 Методи досліджень властивостей напівфабрикатів

Вологість диспергованої зернової маси і тіста визначали прискореним методом на приладі ПИВИ-1 [26];

Кислотність напівфабрикатів визначали методом титрування, за методикою, наведеною в рекомендаціях [26].

## 2.2.4 Методи оцінки якості хліба

Проби хліба, випечені в лабораторних умовах аналізували через 20 – 24 год після випічки за наступними показниками.

Питомий обсяг хліба визначали за методикою, викладеною в рекомендаціях [28].

Вологість м'якушки хліба визначали по ДСТУ 4582:2006.

Титрувальну кислотність м'якушки хліба визначали по ДСТУ 4585:2021.

Пористість хліба визначали по ДСТУ 5669-96.

Реологічні властивості м'якушки хліба визначали на інформаційно-вимірювальному комплексі для визначення реологічних характеристик харчових продуктів, що включає прилад виробництва фахівцями ДДАЕУ, пов'язаний з персональним комп'ютером (рис. 2.3.). Основні складові частини установки: двигун, механізм приводу, гвинт, гайка, предметний столик, досліджувана проба продукту, тіло пенетрації, первинний вимірювальний перетворювач, блок живлення, джерело струму, диференційний вимірювач зусилля навантаження, прецизійний подільник, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, блок управління з клавіатурою, персональний комп'ютер.

Відповідно до методики, наведеної в рекомендаціях [51], задавали початкове зусилля – 0,05 Н, швидкість переміщення столика – 30 мм/хв, зусилля, до якого занурювався випробуваний зразок – 3Н.



Рисунок 2.3 – Фото інформаційно-вимірювального комплексу для визначення реологічних характеристик харчових продуктів.



Реологічні властивості м'якушки досліджували на інформаційно-вимірювальному комплексі для визначення реологічних характеристик харчових продуктів. Відповідно до методики, наведеної в рекомендаціях [31], задавали початкове зусилля – 0,5 Н, швидкість переміщення столика – 30 мм/хв, зусилля навантаження 5 Н і вимірювали загальну ( $\Delta H_{заг}$ ), пластичну ( $\Delta H_{пл}$ ) і розраховували пружну ( $\Delta H_{пр}$ ) деформації стиснення м'якушки.

### Висновки до розділу

Розроблено технологію хліба з цілого зерна пшениці, що включає попередню ГЧ-обробку зерна перед замочуванням на основі оптимізації параметрів технологічного процесу виробництва. Приведено методи та методики проведення досліджень та визначення якості проміжних та готового продукту.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Характеристика сировини, що застосовувався при проведенні досліджень

У дослідженнях застосовували проби зерна пшениці з різних районів зростання. Показники якості партій зерна пшениці представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості зерна пшениці

Найменування показників	Номер партії						
	1	2	3	4	5	6	7
Товарний клас	3	3	3	3	3	3	2
Вологість, %	12,0	14,0	12,2	13,5	10,0	13,12	12,7
Загальна скловидність, %	51	54	53	40	51	66	80
Натура, г/л	809	829	818	806	773	802	828
Маса 1000 зерен, г	36,4	36,0	36,2	37	35,4	38,1	39,8
Кількість клейковини, %	29	29	30	25	28	26	31
Якість клейковини, група	2	2	1	1	1	2	1
Число падіння, с	302	227	246	260	291	307	230

В основу досліджень щодо вдосконалення ефективності технології хліба з цілого зерна пшениці належить комплексне вивчення процесів, що відбуваються на основних стадіях приготування хлібобулочних виробів.

Основними проблемами при виробництві хліба на основі цілого зерна пшениці є: нестабільність властивостей диспергованої зернової маси, пов'язана з властивостями вихідної сировини і мікробіологічна безпека зерна, тому що воно не піддається традиційному помелу з відділенням оболонки. У зв'язку з цим включення стадії інфрачервоної обробки (ІЧ-обробки), на етапі попередньої підготовки зерна, в технологію хліба з цілого зерна пшениці, є досить перспективним.

Процес перенесення енергії теплового випромінювання в харчових продуктах супроводжується поглинанням і розсіюванням випромінювання. Харчові продукти, що містять вологу, білки крохмаль, клітковину, за своїми фізико-хімічними властивостями і структурі відносяться в основному до групи капілярно-пористих колоїдних тіл. Взаємодія електромагнітного випромінювання з речовиною призводить до зміни температури, вмісту вологи, структури та інших властивостей матеріалу, що піддається опроміненню.

Особливістю використання інфрачервоного випромінювання в харчовій промисловості є здатність електромагнітних хвиль проникати в капілярно-пористі продукти, такі як зерно, крупа, борошно тощо, на глибину до 7 мм. Ця глибина залежить від характеристик поверхні, структури, властивостей матеріалу та частотних характеристик випромінювання.

Електромагнітні хвилі певного частотного діапазону впливають не лише на термічні, але й на біологічні процеси в продуктах, сприяючи прискоренню біохімічних перетворень у біологічних полімерах (крохмаль, білок, ліпіди).

### 3.2 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці при мікронізації на якість зернового хліба

Застосуванням інфрачервоного випромінювання для дезінфекції зерна і інтенсифікацією процесу сушіння зерна займалася велика група вчених.

Фірма Micronizing LTD (Англія) почала промислове застосування ІЧ-нагріву при отриманні швидкорозварюваних пластівців на зерновій основі. Цей процес отримав назву – мікронізація. Мікронізація — це процес термообробки, що використовує інфрачервоне випромінювання для енергетичного підводу, тобто теплове випромінювання. В залежності від умов проведення процесу ІЧ-нагріву, розрізняють мікронізацію та високотемпературну мікронізацію (ВТМ).

Процес мікронізація полягає в швидкому ІЧ-нагріванні зволоженого (22 – 24 %) зерна до температури 100 °С протягом 1,5 – 2 хвилин.

При ВТМ використовуються генератори ІЧ-випромінювання з довжиною хвилі 0,76 – 5,3 мкм. При цьому відбувається внутрішнє нагрівання і випаровування вологи, виникає надлишковий тиск усередині кожного зерна. В результаті чого відбувається клейстеризація і декстринізація крохмалю, м'яка денатурація білків, відбувається майже повне поверхневе і внутрішнє знезараження, а за рахунок невеликого часу обробки повністю зберігається вітамінний комплекс зерна.

Аналіз науково-технічної літератури і результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених свідчить про недостатню вивченість процесів, що відбуваються при впливі інфрачервоного енергопідводу на зерно пшениці в технології хліба з нього на стадії попередньої обробки зернівки. Той факт, що багато закономірності процесів, що відбуваються при виготовленні хлібобулочних виробів з цілого зерна пшениці не виявлено або в не в повною мірою досліджені, пояснюється відсутністю технологічних критеріїв, що відображають ці процеси.

Виходячи із зазначеного, виникає необхідність глибокого вивчення впливу ІЧ-енергопідводу при попередній обробці зерна пшениці перед замочуванням на динаміку і кінетику процесів, що протікають, зміна якості зерна пшениці та його структурних компонентів, що дозволяє створити теоретичні передумови для розробки науково-обґрунтованої технології приготування зернового хліба з використанням ІЧ-енергопідводу.

Дослідження проводили в наступних напрямках:

- дослідження залежності якості зернового хліба від технологічних показників зерна пшениці з включенням обробки його ІЧ-випромінюванням перед замочуванням;
- вивчення впливу кінцевої температури ІЧ-обробки зерна пшениці на якість зернового хліба;
- визначення оптимальної щільності потоку ІЧ-випромінювання для обробки зерна пшениці і вплив його на якість зернового хліба.

Нижче наведені результати досліджень і їх аналіз.

3.2.1 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці і кінцевої температури його мікронізації на якість зернового хліба

В даний час у всіх галузях харчової промисловості перспективними є технології, що дозволяють отримувати з вихідної сільськогосподарської сировини найбільшу кількість продуктів харчування різноманітного асортименту з підвищеною харчовою і фізіологічною цінністю.

Розробка таких технологій ґрунтується на застосуванні нових способів обробки сировини і напівфабрикатів, що дозволяють створювати продукти харчування зі збереженням корисних нативних властивостей одних структурних компонентів вихідної сировини і модифікацією інших структурних компонентів.

Метод ІЧ-обробки, який є одним із перспективних фізичних способів обробки харчових продуктів, набуває все більшого поширення в різних сферах харчової промисловості.

Широке застосування ІЧ-обробка знайшла в комбікормовій промисловості для підвищення поживної цінності зерна і його мікробіологічної чистоти [4, 5, 21]. В результаті ІЧ-обробки підвищується якість кормового білка, вуглеводи руйнуються до більш легкозасвоюваних форм, відбувається інактивація антиживильних речовин (інгібітор трипсину в сої, уреаза бобових), за рахунок чого зростають прирости і скорочується витрата кормів [10, 21, 29].

Також ІЧ-обробка застосовується при виробництві круп швидкого приготування і пластівців, що не потребують варіння [6, 7, 8, 32].

Однією з найбільш прогресивних технологій випічки на сьогоднішній день є технологія STIR, що означає селективне трансформоване інфрачервоне випромінювання. Технічне втілення STIR здійснила компанія IBT (INfraBioTech). Вперше технологія STIR була представлена на виставці «ІВА-2003» компанією «Wachtel» на прикладі подових поверхових печей.

Випічка за технологією STIR дозволяє зменшити витрати, скоротити час випічки, а також знизити вміст акриламідів.

Нами вперше запропоновано застосування інфрачервоного випромінювання в технології хліба з цілого зерна пшениці на стадії попередньої обробки зернівки.

Досліджували вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна пшениці та його якісних показників на прикладі зразків зерна пшениці № 1, 3, 4, які розрізнялися за наступними технологічними характеристиками: натурі, скловидності, масі 1000 насінин, кількості і якості клейковини. Порівняльна характеристика використовуваних партій зерна пшениці представлена в пункті 3.1.

З метою вивчення впливу режимів ІЧ-обробки зерна пшениці на якість зернового хліба зерно пшениці обробляли на установці УТЗ-4 до наступних кінцевих температур:

- 1 проба – контрольна, без обробки ІЧ-променями;
- 2 проба – Т кінцева 70 °С;
- 3 проба – Т кінцева 80 °С;
- 4 проба – Т кінцева 90 °С;
- 5 проба – Т кінцева 100 °С;
- 6 проба – Т кінцева 110 °С;

Тісто і зерновий хліб готували за рецептурою, наведеної в розділі 2.

Аналіз зернового хліба проводили через 24 години після випічки за методикою, описаною в розділі 2. Результати досліджень представлені на рисунках 3.1, 3.2 та 3.3 та в таблиці 3.2.

З наведених даних видно, що для всіх партій зерна застосування ІЧ-обробки при виробництві зернового хліба дає позитивний результат, що проявляється у підвищенні якості хліба за фізико-хімічними та органолептичними показниками. Підвищення кінцевої температури ІЧ-обробки зерна до 100 °С призводить до поліпшення всіх фізико-хімічних характеристик якості зернового хліба. Проте подальше підвищення кінцевої температури ІЧ-обробки зерна призводить до різкого зниження всіх показників якості хліба. Зерновий хліб, отриманий із зерна, обробленого при кінцевій температурі 110 °С, виявлявся дуже сухим на дотик, кришився, а його кірка мала нерівну білясту поверхню. Це може бути пов'язано зі зниженням активності амілолітичних і протеолітичних ферментів зерна через вплив високих температур. Таким чином, можна встановити оптимальну кінцеву

температуру ІЧ-обробки зерна, при якій хліб має більш розвинену пористість, виражений смак і аромат. Для використання цього методу виробництва зернового хліба рекомендована кінцева температура обробки зерна ІЧ-променями становить близько 100 °С.

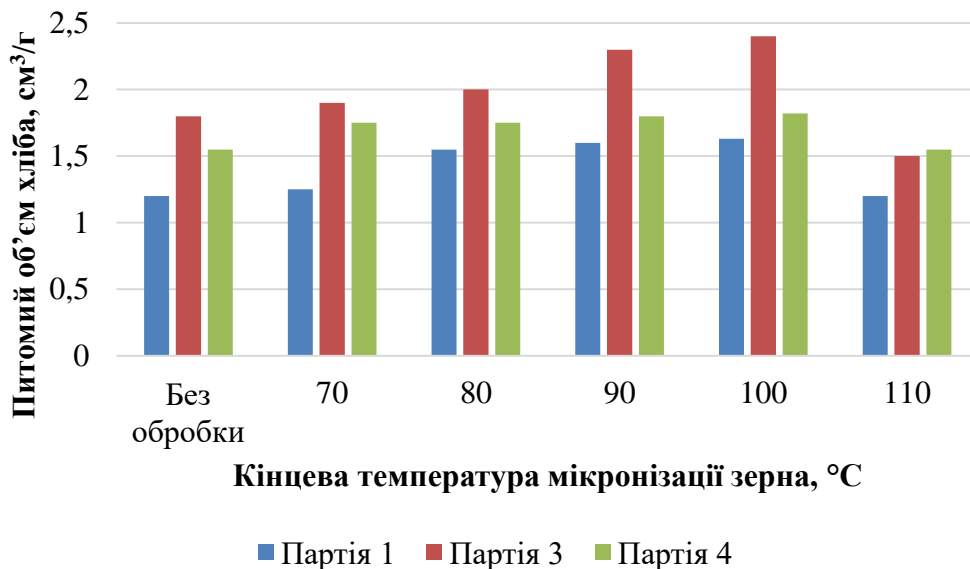


Рисунок 3.1 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки обробки зерна і його технологічних характеристик на питомий об’єм зернового хліба

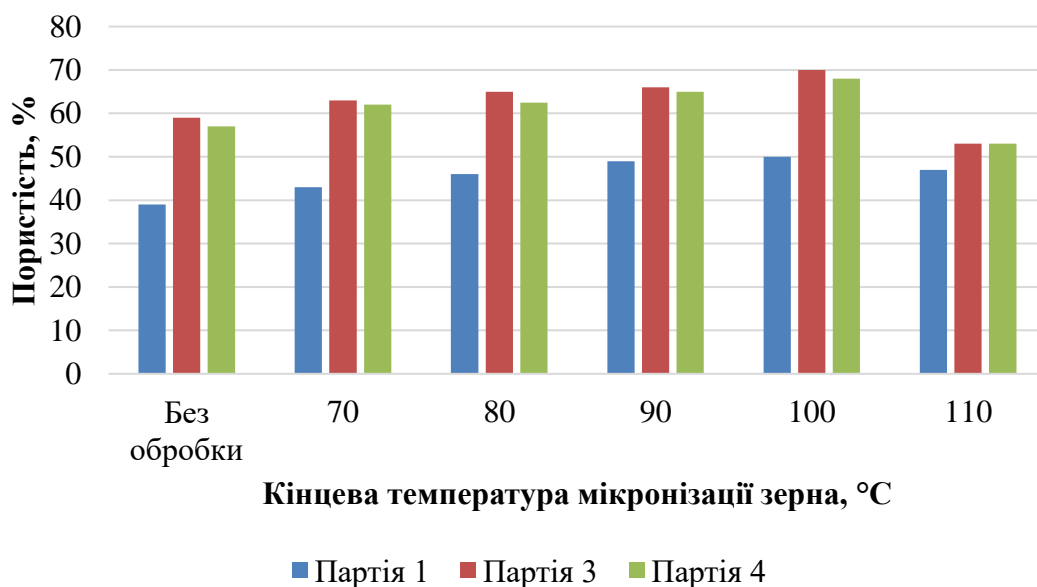


Рисунок 3.2 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки обробки зерна і його технологічних характеристик на пористість зернового хліба

Наступним етапом наших досліджень було вивчення впливу технологічних характеристик зерна на якість зернового хліба. Аналіз даних при кінцевій температурі обробки зерна дорівнює 100 °С показав наступне. Виявлено залежність між показниками якості зернового хліба, кількістю і властивостями клейковини вихідного зерна.

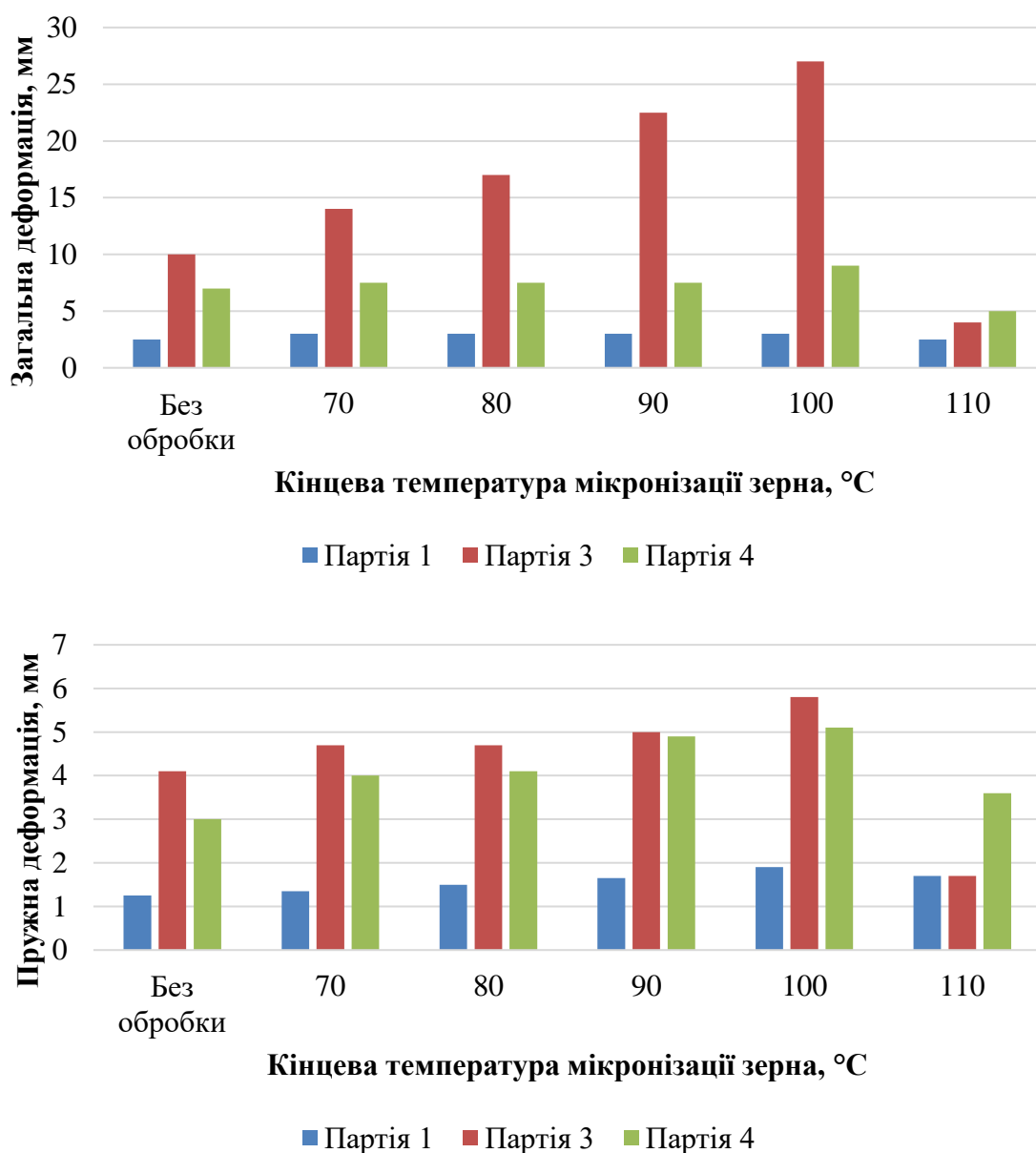


Рисунок 3.3 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і його технологічних характеристик на реологічні властивості м'якушки зернового хліба



Таблиця 3.2 – Вплив кінцевої температури ПЧ-обробки зерна пшениці і його технологічних характеристик на органолептичні показники якості зернового хліба

Найменування показників якості хліба	Показники якості хліба при кінцевій температурі ПЧ-обробки зерна, °С																				
	контроль			70 °С			80 °С			90 °С			100 °С			110 °С					
№ партії	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4			
Смак	Відповідний даному виду виробів															Невиражений					
Аромат	Відповідний даному виду виробів															Невиражений					
Зовнішній вигляд: Правильність форми	Розпливчаста						Правильна						Обжимистий								
Колір кірки	Коричнева																		Біляста		
Стан поверхні	Не рівна, без глянце						Рівна, глянцева						Горбиста, без глянце								
Еластичність м'якушки	Зминаюча						Еластична						Нееластична, кришиться								
Вологість м'якушки на дотик	Суха																		Дуже суха		
Стан пористості	Розвинена, стінки середньої товщини, рівномірна									Розвинена, тонкостінна, рівномірна									Нерозвинена		

Так у проб хліба, отриманого з зразків зерна №1 і 3, вміст клейковини яких становило 29 і 30 % відповідно, але розрізнялися за якістю (клейковина зразка зерна № 1 характеризувалася як середня, а зразка зерна № 3 – сильна), значно відрізнялися всі фізико-хімічні показники якості. Хліб, виготовлений зі зразка зерна № 3, перевершував хліб, отриманий з зразка зерна № 1 за показником питомого об'єму на 41 %, за показником пористості на 44 %, за показником пружної деформації на 45 %.

При порівнянні проб зернового хліба, отриманого зі зразків зерна № 1 і 4, кількість клейковини яких становило 29 і 25 % відповідно, причому, клейковина зразка зерна № 1 характеризувалася як середня, а зразка зерна №4 – сильна, було виявлено наступне. Хліб, виготовлений зі зразка зерна № 4, перевершував хліб, отриманий зі зразка зерна № 1 за показником питомого об'єму на 22 %, за показником пористості на 25 %, за показником пружною деформації на 30 %.

З представлених даних видно, що властивості клейковини в найбільшій мірі впливають на якість зернового хліба, при даному способі його виробництва.

Також необхідно відзначити, що застосування попередньої ІЧ-обробки зерна, при виробництві зернового хліба, дає позитивний результат при використанні зерна з різними технологічними характеристиками.

Емісійні характеристики ІЧ-випромінювача та щільність потоку інфрачервоного випромінювання можуть впливати на якість зернового хліба під час цього методу виробництва. Щоб визначити цей вплив і встановити оптимальний режим ІЧ-обробки зерна при виготовленні зернового хліба, ми провели дослідження впливу щільності потоку інфрачервоного випромінювання на якість зернового хліба.

### 3.2.2 Вплив технологічних характеристик зерна пшениці та потужності джерел ІЧ-випромінювання на якість зернового хліба

Зерно пшениці має складну структуру і може бути віднесено до колоїдних капілярно-пористих тіл. При інтенсивному ІЧ-нагріванні всередині зернівки формується надлишковий тиск, обумовлений протіканням ряду взаємодіючих

процесів, викликаних як нерівномірністю нагріву зерна, так і утворенням самого надлишкового тиску. Основним фактором надлишкового тиску всередині зернівки є процес внутрішньої десорбції вологи в капілярно-пористу структуру зернівки. Його спрямованість забезпечує зростання тиску з ростом температури в умовах сталості основних параметрів процесу. Потужність джерел ІЧ-випромінювання безпосередньо впливає на величину градієнта температури і тим самим на величину створюваного ним надлишкового тиску. В роботі Зверева С.В. показано, що різні режими ІЧ-обробки по-різному впливають на мікроструктуру зернівки і її біохімічні характеристики [41].

Відповідно до завдань досліджень нами було вивчено вплив щільності потоку інфрачервоного випромінювання і кінцевої температури ІЧ-обробки зерна пшениці, на якість зернового хліба.

При проведенні експерименту зерно пшениці піддавали ІЧ-випромінюванню на установці УТЗ-4 до кінцевих температур 70, 80, 90, 100 і 110 °С, дотримуючись трьох різних варіантів щільності потоку інфрачервоного випромінювання, рівних відповідно 6,12 і 24 кВт/м<sup>2</sup>. Потім зерно пшениці замочували у воді з температурою 20 °С протягом 20 – 24 годин, після чого подрібнювали на диспергувальній машині. З отриманої диспергованої зернової маси (ДЗМ) замішували тісто. У даній серії експериментів використовували зразки зерна № 1, 3 та 4. Результати досліджень представлені на рисунках 3.4, 3.5 і 3.6.

Зіставляючи отримані результати дослідження можна констатувати, що хліб найкращої якості отримано зі зразка зерна № 3. Якість зернового хліба також змінювалося в залежності від щільності потоку інфрачервоного випромінювання. Були визначені оптимальні кінцеві температури ІЧ-обробки для різної щільності потоку ІЧ-випромінювання (6 кВт/м<sup>2</sup> – 70 °С, 12 кВт/м<sup>2</sup> – 90 °С, 24 кВт/м<sup>2</sup> – 100 °С).

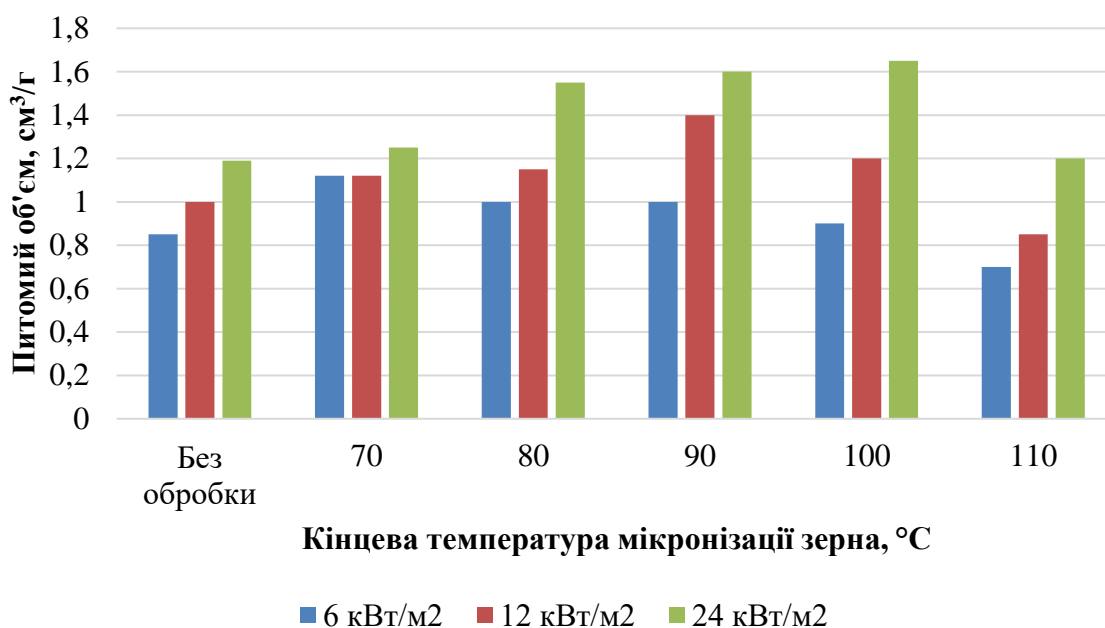


Рисунок 3.4 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку інфрачервоного випромінювання на питомий об'єм зернового хліба. Зразок зерна № 1

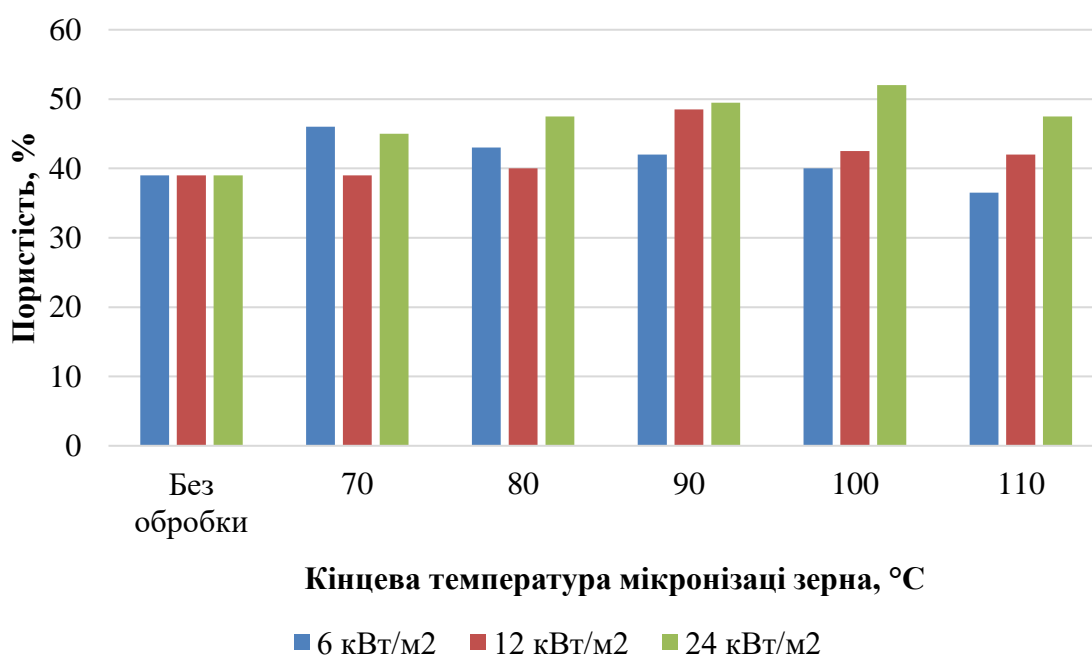


Рисунок 3.5 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на пористість зернового хліба. Зразок зерна № 1

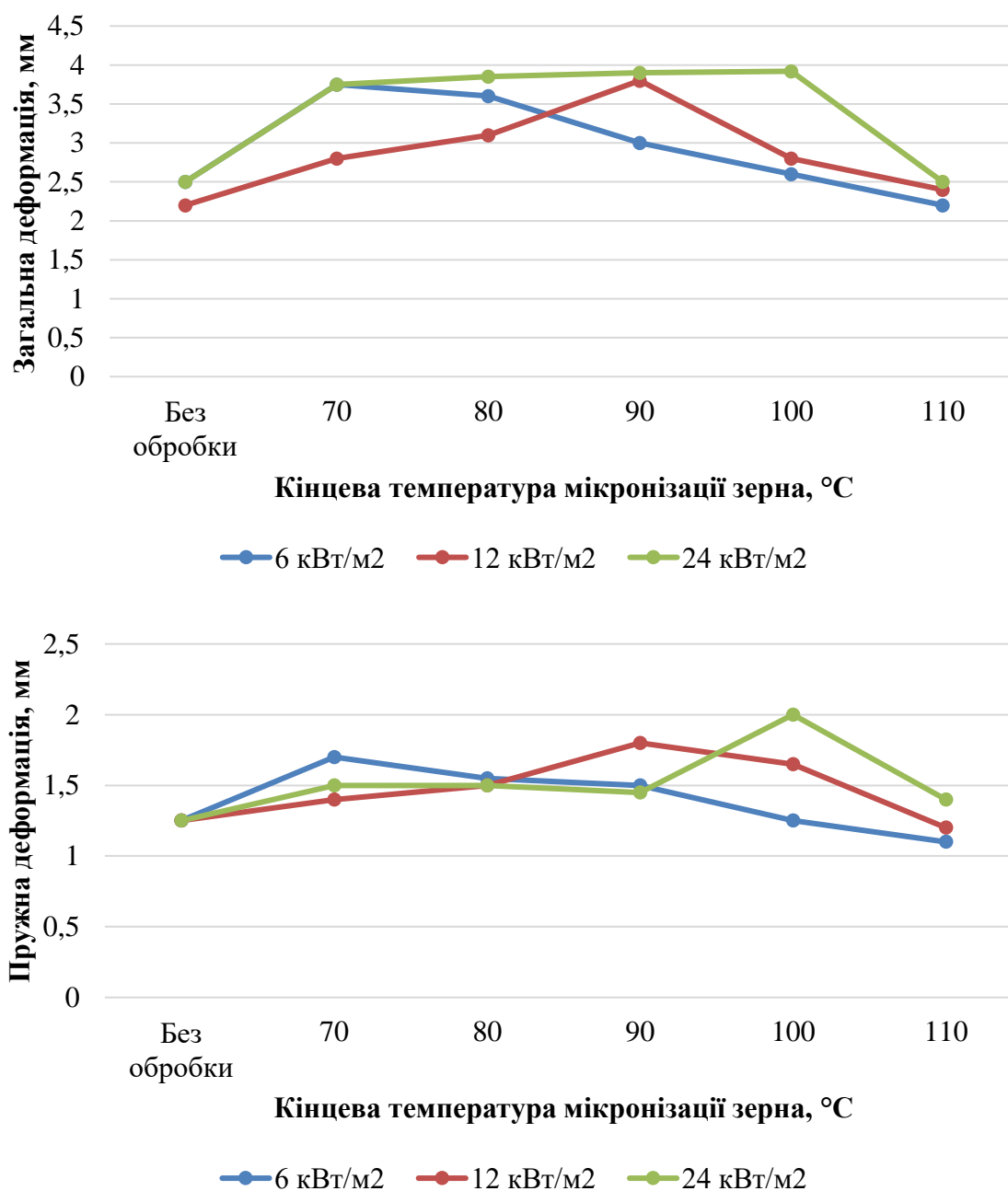


Рисунок 3.6 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку інфрачервоного випромінювання на реологічні властивості м'якушки зернового хліба. Зразок зерна №1

Виявлено, що хліб з найкращими фізико-хімічними та органолептичними характеристиками, незалежно від зразка зерна, виготовлено при щільності потоку інфрачервоного випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup> та оптимальній кінцевій температурі ІЧ-обробки, що становить 100 °С.

Питомий об'єм хліба, приготованого зі зразка зерна № 1, збільшився на 27 %, пористість на 8 %, загальна деформація стиснення на 14 %, а пружна деформація на 19 % в порівнянні з пробами хліба приготованими при потужності джерел ІЧ-випромінювання 0,2 кВт і оптимальної кінцевої температури ІЧ-обробки 70 °С.

Для зернового хліба, виготовленого з партій зерна № 3 і 4, показники якості змінюються схожим чином рис. 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 і 3.12. Питомий об'єм зернового хліба, збільшився на 25 і 21 %, пористість на 28 і 22 %, загальна деформація стиснення на 28 і 11 %, а пружна деформація на 22 і 14 % для проб виготовлених при щільності потоку інфрачервоного випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup> в порівнянні з пробами хліба, виготовленими за щільності потоку інфрачервоного випромінювання 6 кВт/м<sup>2</sup>, при оптимальних кінцевих температурах ІЧ-обробки.

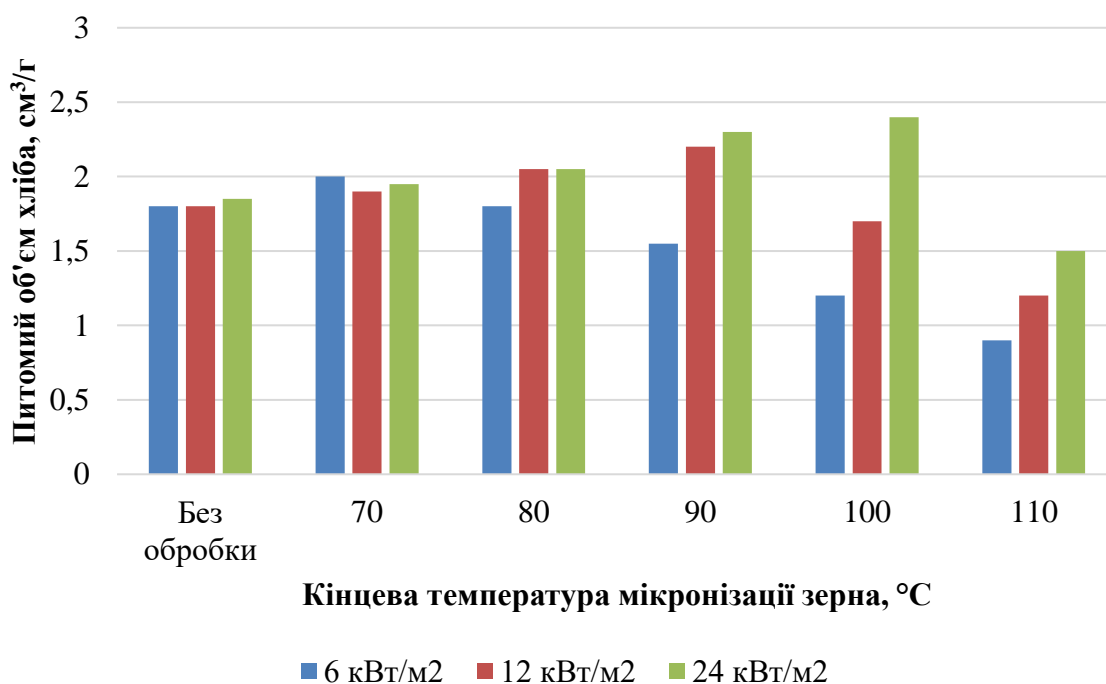


Рисунок 3.7 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на питомий об'єм. Зразок зерна № 3

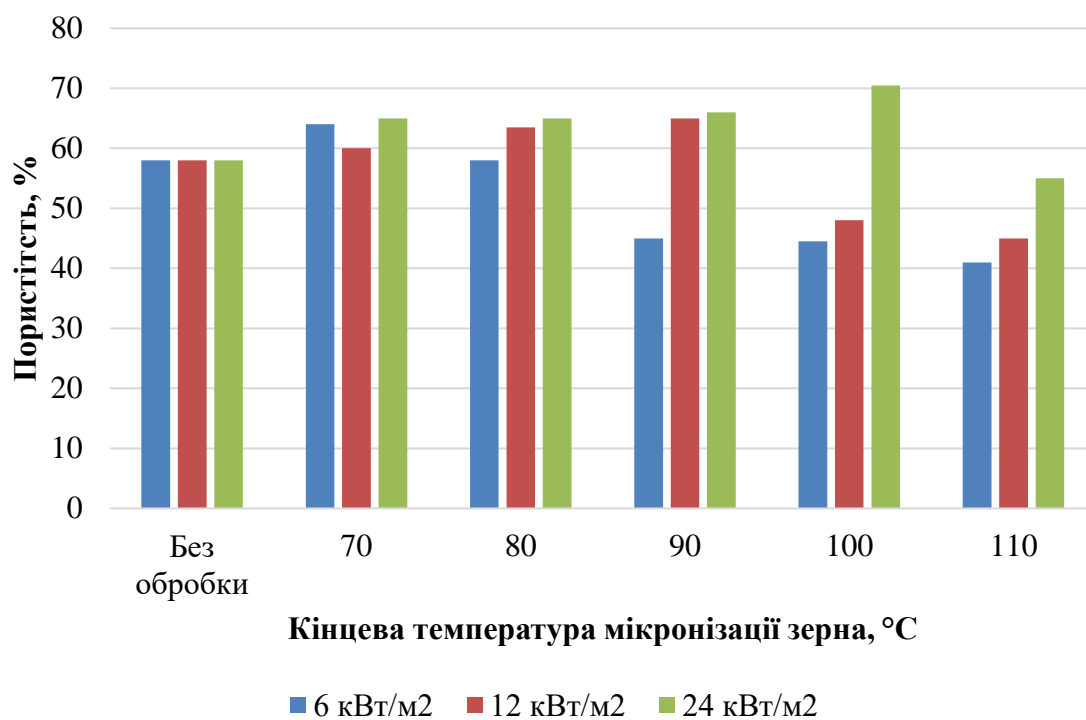
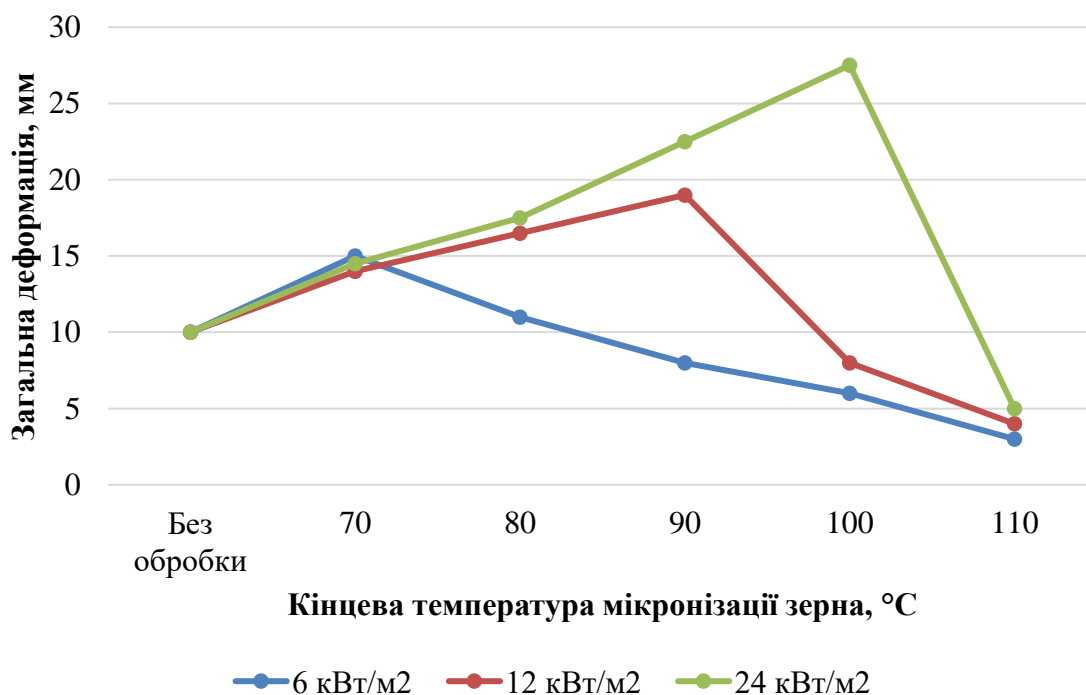


Рисунок 3.8 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на пористість. Зразок зерна № 3



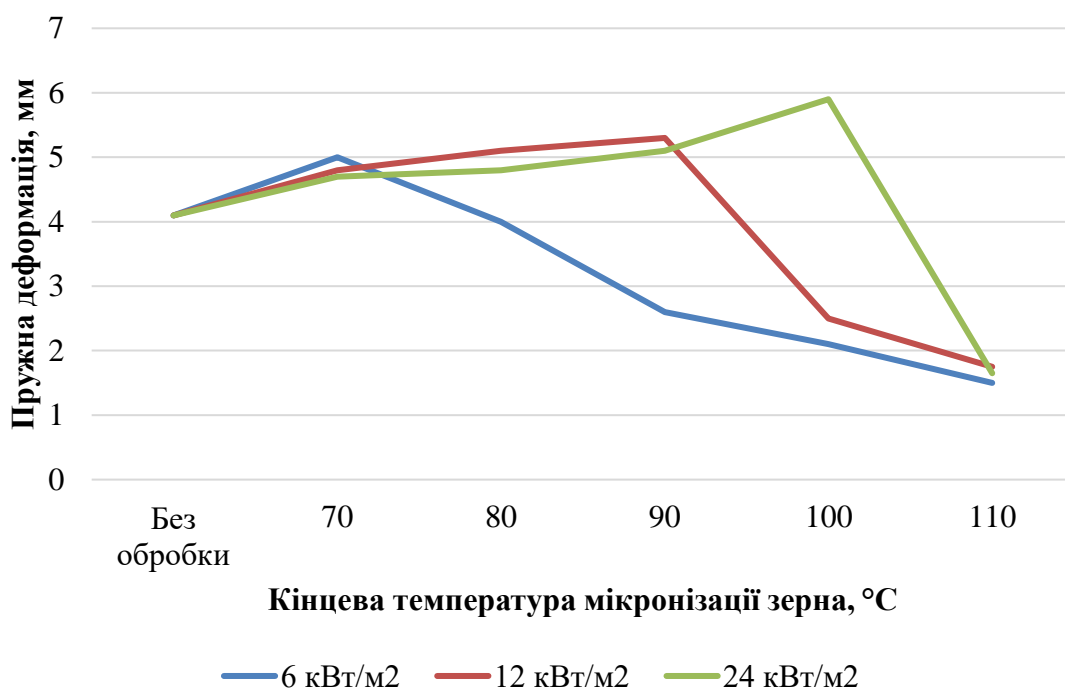


Рисунок 3.9 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку інфрачервоного випромінювання на реологічні властивості м'якушки. Зразок зерна № 3

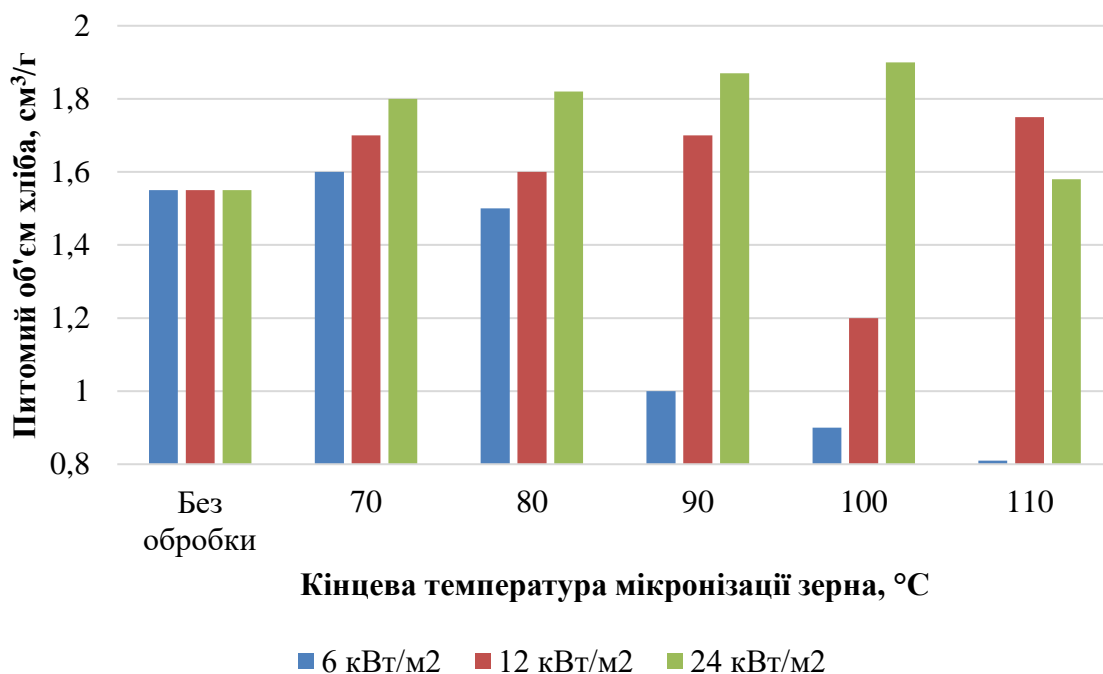


Рисунок 3.10 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на питомий об'єм. Зразок зерна № 4



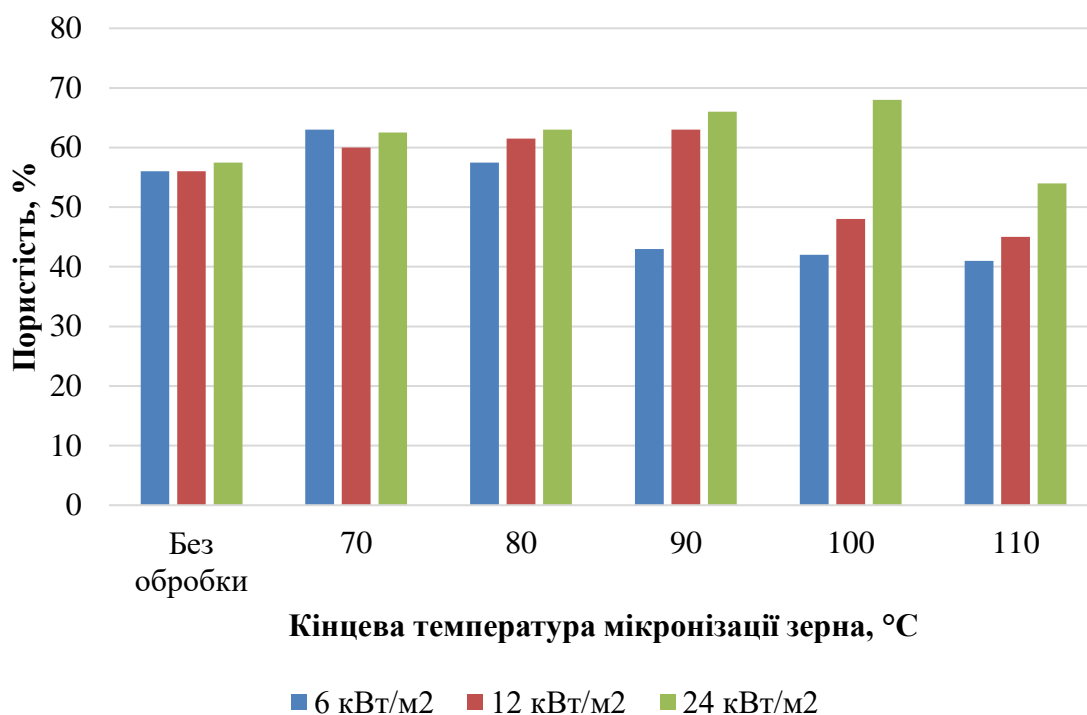
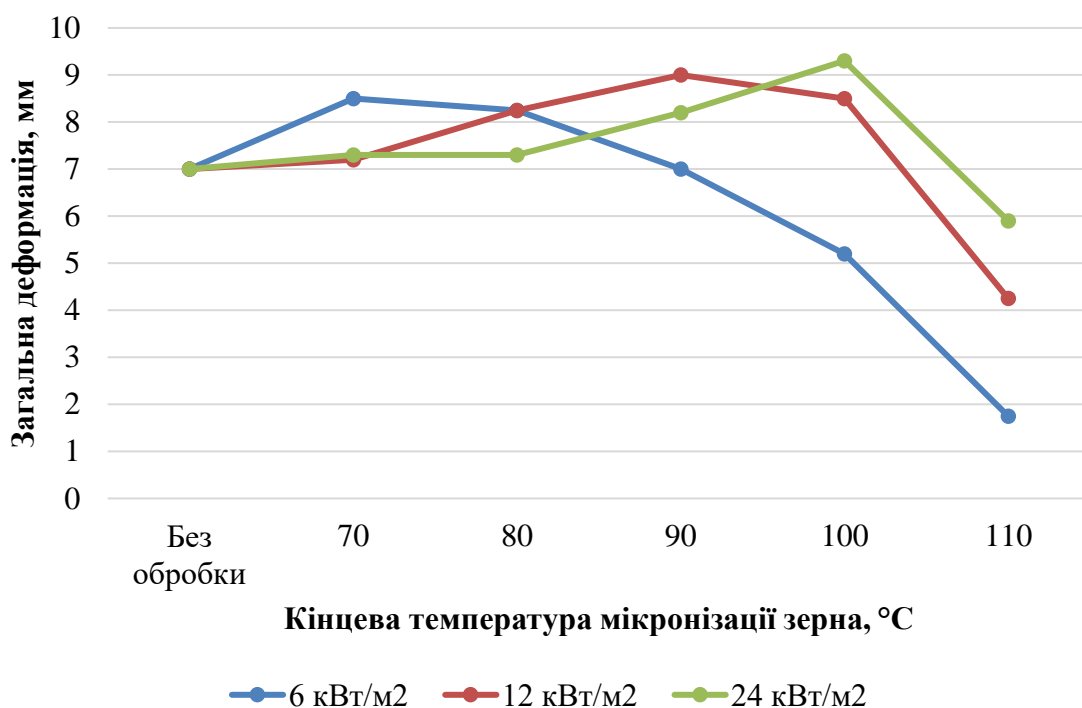


Рисунок 3.11 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на пористість. Зразок зерна № 4



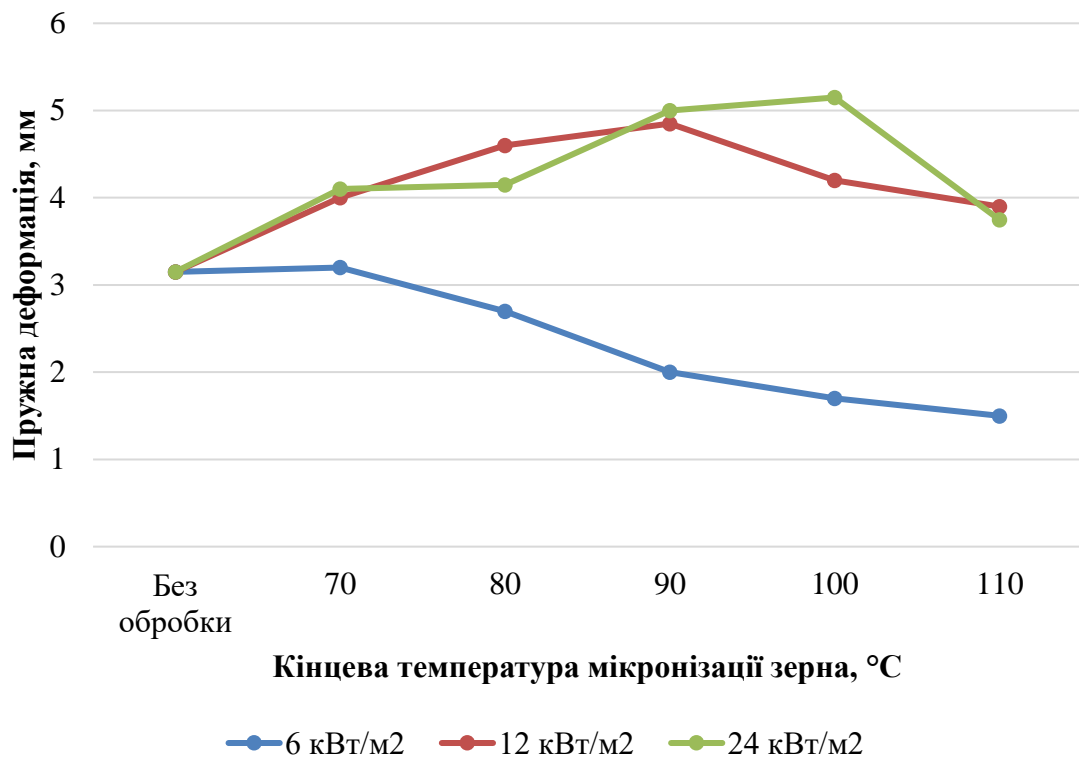


Рисунок 3.12 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки зерна і щільності потоку ІЧ-випромінювання на реологічні властивості м'якушки. Зразок зерна № 4

Спостерігається тенденція до зниження якості хліба зі зменшенням щільності потоку інфрачервоного випромінювання, що можна пояснити більш тривалим впливом ІЧ-променів на зерно. Чим довше зерно піддається ІЧ-обробці, тим інтенсивніше в ньому відбуваються незворотні процеси, такі як денатурація білків та інактивація амілолітичних і протеолітичних ферментів.

### 3.3.3 Вплив інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці

Для пояснення процесів, що відбуваються в білково-протеїназному комплексі зерна при його ІЧ-обробці, нами були проведені дослідження властивостей клейковини зерна пшениці при різних режимах ІЧ-обробки.

Для цього досліджували проби зерна пшениці партій № 1, № 3 та № 4 обробляли на ІЧ-установці до різних кінцевих температур при щільності потоку

інфрачервоного випромінювання. Визначали кількість і якість сирої клейковини в пробах зерна пшениці після ІЧ-обробки.

Результати впливу режимів ІЧ-обробки зерна пшениці на вміст і якість сирої клейковини представлені в таблицях 3.3 – 3.11.

Таблиця 3.3 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 1, щільність потоку ІЧ-випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирої клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	29	85
70 °С	29	82
80 °С	28	72
90 °С	28	71
100 °С.	26	69
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.4 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 1, щільність потоку ІЧ-випромінювання 12 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирої клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	29	85
70 °С	26	77
80 °С	24	70
90 °С	20	61
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.5 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 1, щільність потоку ІЧ-випромінювання 6 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	29	85
70 °С	24	71
80 °С	20	58
90 °С	Не відмивається	Не відмивається
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.6 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 3, щільність потоку ІЧ-випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	30	70
70 °С	29	61
80 °С	26	58
90 °С	23	50
100 °С.	22	35
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.7 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 3, щільність потоку ІЧ-випромінювання 12 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	30	70
70 °С	26	65
80 °С	24	57
90 °С	21	40
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.8 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 3, щільність потоку ІЧ-випромінювання 6 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	30	70
70 °С	26	55
80 °С	22	40
90 °С	Не відмивається	Не відмивається
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.9 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 4, щільність потоку ІЧ-випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	25	74
70 °С	24	72
80 °С	23	72
90 °С	23	71
100 °С.	20	65
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.10 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 4, щільність потоку ІЧ-випромінювання 12 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	25	74
70 °С	22	70
80 °С	20	55
90 °С	18	45
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Таблиця 3.11 – Вплив режимів інфрачервоного випромінювання на кількість і властивості клейковини зерна пшениці, (партія зерна № 4, щільність потоку ІЧ-випромінювання 6 кВт/м<sup>2</sup>)

Кінцева температура ІЧ-обробки зерна	Вміст сирової клейковини, %	Показання приладу ІДК, од. шкали
Без обробки	25	74
70 °С	20	70
80 °С	18	55
90 °С	Не відмивається	Не відмивається
100 °С.	Не відмивається	Не відмивається
110 °С	Не відмивається	Не відмивається

Аналіз отриманих даних показав, що використання ІЧ-обробки зерна пшениці при різних щільності потоку ІЧ-випромінювання веде до зменшення кількості і погіршення якості клейковини. Ці зміни в білково-протеїназному комплексі зернівки аналогічні для партій зерна № 1, № 3 та № 4. Так при щільності потоку інфрачервоного випромінювання рівній 24 кВт/м<sup>2</sup>, з підвищенням кінцевої температури ІЧ-обробки до 100 °С відбувається зниження кількості і зміцнення клейковини. При подальшому підвищенні температури відбувається руйнування клейковини під дією високих температур за рахунок того, що білки згортаються, денатуруються і відмити клейковину вже неможливо.

При зменшенні щільність потоку інфрачервоного випромінювання до 6 – 12 кВт/м<sup>2</sup>, зменшується кінцева температура ІЧ-обробки зерна, при якій можливо відмити клейковину до 80 і 90 °С відповідно. На нашу думку це пов'язано з більш тривалим впливом інфрачервоного випромінювання на зернівку для досягнення заданої температури, в результаті чого більш глибоко проходять процеси денатурації білків зерна пшениці.

Слід зазначити, що при критичних температурах 90 і 100 °С, для щільності потоку інфрачервоного випромінювання 12 і 24 кВт/м<sup>2</sup> відповідно, відбувалося максимальне зміцнення клейковини, а зерновий хліб, виготовлений з цих зразків зерна, мав найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники.

Зміцнення клейковини на нашу думку пов'язано з частковою денатурацією клейковини білків, в результаті впливу на них ІЧ-випромінювання.

Реакція денатурації білка є розкручування, а не розрив молекул поліпептидного ланцюга. Це означає, що зміни амінокислотного складу білка при денатурації не відбувається. При подальшому підвищенні температури ІЧ-обробки зерна відбуваються небажані біохімічні реакції, наприклад, гідроліз білка, який супроводжується розпадом амінокислотного складу білка, в тому числі незамінних амінокислот, відсутність яких в харчуванні людини призводить до вкрай негативних наслідків.

Дослідженнями встановлено зміну співвідношення між соле-і лугорозчинними фракціями білка в обжареному зерні. Наприклад, знайдено, що при смаженні ячменю вміст водо- і спирторозчинного білка знижується на 70 – 75 % при одночасному збільшенні вмісту лугорозчинного білка приблизно на 10 %. У ряді робіт простежено зміна вмісту амінокислот, в тому числі незамінних, в підданому обробці зерні. Перш за все, це стосується вільних амінокислот, які при збільшенні вологості і температури зерна активно вступають в реакцію меланоїдино-утворення з простими цукрами. Це явище спостерігається при обробці зерна різних культур.

#### Висновки до розділу

Встановлено, що оптимальні кінцеві температури ІЧ-обробки зерна при відповідних щільності потоку інфрачервоного випромінювання забезпечують отримання зернового хліба високої якості. Найкраща якість хліба з цілого зерна пшениці досягається при кінцевих температурах ІЧ-випромінювання 70, 90 і 100 °С при щільності потоку 6, 12 і 24 кВт/м<sup>2</sup>, відповідно.

Хліб, виготовлений із зерна пшениці, обробленого до кінцевої температури 100 °С при щільності потоку ІЧ-випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup>, має найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники якості: питомий об'єм хліба зростає на 24%,

пористість – на 15%, а загальна деформація стиснення м'якушки – на 32% у порівнянні з контрольними зразками без ІЧ-обробки зерна.

Дослідження показали, що при критичних температурах 90 і 100 °С та щільності потоку інфрачервоного випромінювання 12 і 24 кВт/м<sup>2</sup> відповідно відбувається зміцнення клейковини, а зерновий хліб, виготовлений з цих зразків зерна, демонструє найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники.



## 4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У виробничих умовах проведено перевірку отриманих технологічних рішень з метою підтвердження рекомендованих режимних параметрів виробництва хліба з цілого зерна пшениці та доцільності вироблення зернового хліба в умовах хлібопекарських підприємств середньої потужності.

При проведенні виробничих випробувань використовували зерно пшениці з показниками якості, що представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники якості зерна пшениці

Найменування показника	Показник якості зерна
Тип зерна	III
Вологість, %	14,0
Загальна скловидність, %	76
Натура, г/л	784
Маса 1000 зерен, г	32,8
Кількість сирої клейковини, %	28
Якість клейковини	II група (ІДК = 90 од. приладу)
Число падіння, с	348
Смітна домішка, %	0,3
Зернова домішка, %	2,8

Згідно даних таблиці 4.1 можемо стверджувати, що зерно відноситься до III типу, зерно сухе, середньої чистоти, високовиповнене, з високою натурою та ступенем скловидності.

Зерно пшениці без попереднього луцення та мийки обробляли ІЧ-випромінюванням на установці УТЗ-4. Зерно обробляли при товщині шару зерна 5 мм і щільністю потоку випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup> до температури зерна після опромінення – 100 °С.

Далі зерно пшениці замочували у воді з температурою 20 – 25 °С на протязі 24 годин при витраті води в кількості 50 % від маси зерна. Зволожене зерно подрібнювали на диспергаторі.

З отриманої диспергованої зернової маси було приготовано тісто. Рецептuru тіста і параметри технологічного процесу зернового хліба наведені в таблиці 4.2. Бродіння тіста здійснювали в діжі протягом 60 хвилин в умовах цеху до кислотності 2,5 град. Зброджуване тісто на тістоподільнику ділили на шматки масою 0,47 кг, які укладали в форми, попередньо змащені олією. вистоювання тістових заготовок здійснювали в вистоювальній шафі при температурі 38 °С і відносній вологості повітря 75 % до готовності. Випічку тістових заготовок виробляли в ротаційній печі зі зволоженням паром в початковий період.

Таблиця 4.2 – Рецептuru тіста і параметри технологічного процесу виробництва зернового хліба

Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу	Витрати сировини і параметри процесу
Зерно пшениці, кг	100
Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг	1,5
Сіль кухонна харчова, кг	1,7
Цукор пісок, кг	1,5
Олія соняшникова для змащування, кг	0,1
Температура тіста, °С	30
Вологість тіста, %	45
Кислотність кінцева, град	2,5
Тривалість зброджування, хв	90
Тривалість вистоювання, хв	50
Тривалість випікання, хв	20
Температура пекарної камери, °С	220

Результати аналізу якості хліба представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Показники якості хліба

Найменування показників якості хліба	Показники якості зернового хліба, виготовленого з попередньою ІЧ-обробкою зерна пшениці
Вологість, %	45
Кислотність, град	2,4
Пористість, %	68
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,4
Показники структуро метра СТ-1:	
<i>H</i> <sub>заг.</sub> ,	4,56
<i>H</i> <sub>пл.</sub> ,	2,48
<i>H</i> <sub>пр.</sub>	2,08

## Висновки до розділу

Результати аналізу якості хліба свідчать про те, що хліб, приготований за пропонованою технологією відповідає вимогам діючої нормативно-технічної документації.

Технологія зернового хліба з попередньою ІЧ-обробкою зерна пшениці може бути рекомендована для виробництва в умовах пекарні середньої потужності.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці на хлібопекарному виробництві забезпечує здоров'я і безпеку працівників та зменшує ризики травм. Вона містить рекомендації щодо безпечного виконання робіт на кожному етапі виробництва, а також основні вимоги до використання обладнання, санітарних норм та аварійних дій (рис. 5.1).

<p><b>1. Загальна інформація</b></p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з виробництва хлібобулочних виробів підприємств всіх форм власності.</p> <p><b>Важливо!</b> Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p><b>2. Опис робочого місця</b></p> <p>Посада: апаратник лінії з виробництва хліба.</p> <p>Місце роботи: цех з виробництва хлібобулочних виробів всіх форм власності.</p> <p>Робочій час: 1 зміна (8:00-20:00) 2 зміна (20:00-8:00)</p>
<p><b>3. Заходи безпеки</b></p> <p>До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку та пройшли відповідний інструктаж з ОП і медичний огляд.</p> <p>Заборонено приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. В разі поганого самопочуття негайно повідомити майстра цеху.</p> <p>Уважно готувати робоче місце, дотримуватись правил охорони праці. Обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту при виконанні робіт з налагодженням роботи сепаратора</p>	
<p><b>4. Надзвичайні ситуації</b></p> <p><b>1) Пожежа:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та натиснути на пожежну сигналізацію. Використовувати вогнегасник або інші засоби пожежогасіння, якщо ви натрапили на невелике загоряння та можете безпечно його загасити.</p> <p><b>2) Аварія:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p><b>3) Травма:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p><b>5. Потенційні ризики</b></p> <p>а) зерновий та борошняний пил, б) можливість травмування внаслідок дії рухомих частин обладнання, в) ризик пожежі.</p>	<p><b>6. Контакти екстрених служб</b></p> <p>Черговий: вн.т. <i>42-78-15</i></p> <p>Пожежна служба: <i>101</i></p> <p>Екстрена медична допомога: <i>103</i></p> <p>Служба екстреної допомоги: <i>112</i></p>

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці при роботі з обладнанням для виробництва хліба

## 5.2 Утилізація відходів виробництва хліба та хлібобулочних виробів

Утилізація відходів хлібопекарного виробництва є важливим аспектом екологічно стійкої діяльності та мінімізації впливу на довкілля. Основні методи утилізації відходів у хлібопекарній галузі включають:

1. Використання як корм для тварин. Хлібні відходи (крихти, залишки та нерозпродана продукція) можуть використовуватися як поживний компонент корму для сільськогосподарських тварин, особливо для свиней та великої рогатої худоби. Це знижує витрати на інші корми і запобігає утворенню зайвих харчових відходів.

2. Виробництво біогазу. Хлібопекарські відходи, такі як залишки тіста, черствий хліб, можуть бути перероблені в біогаз на спеціальних біогазових установках. Біогаз є відновлюваним джерелом енергії, що може бути використано для виробництва тепла або електроенергії.

3. Компостування. Хлібні залишки можна компостувати для виробництва добрив. Компост із хлібопекарських відходів збагачує ґрунт органічними речовинами і корисними мікроелементами, що підвищує його родючість.

4. Ферментація для отримання спирту. Відходи, які містять дріжджі та цукри, можна переробляти шляхом ферментації для отримання етанолу (спирту). Цей етанол може бути використаний у виробництві біопалива або в харчовій та фармацевтичній промисловості.

5. Виробництво кормових дріжджів. Завдяки наявності дріжджів у відходах хлібопекарного виробництва, їх можна використовувати для виробництва кормових дріжджів. Це джерело високоякісного білка для тварин, особливо корисного у годівлі худоби та птиці.

6. Переробка у нову продукцію. Черствий хліб можна перетворити на панірувальні сухарі чи використовувати як компонент для випічки нових продуктів, таких як хлібні палички чи сухарі.

7. Термінова утилізація. Якщо відходи не підлягають переробці, їх можна утилізувати на спеціалізованих полігонах для харчових відходів або в

інсинераторах з мінімальним шкідливим впливом на довкілля.

Ефективне управління відходами хлібопекарного виробництва допомагає знизити їх вплив на екологію та оптимізувати витрати, а також сприяє створенню циркулярної економіки у харчовій промисловості.

#### Висновки до розділу

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва хліба на хлібопекарських підприємствах та визначені методи утилізації відходів виробництва хлібобулочних виробів.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

## 6.1 Організація проведення дослідження

Технологія зернового хліба з використанням ІЧ-обробки зерна дозволяє суттєво розширити асортимент, поліпшити якість і мікробіологічні показники хлібобулочних виробів з підвищеним вмістом харчових волокон шляхом зміни фізичних і технологічних властивостей зерна.

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів ІЧ-обробки зерна пшениці з метою виготовлення високоякісного зернового хліба, представлений у таблиці 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	7
3-4	Розробка послідовності науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків зернової сировини	3
6-7	Підготовка експериментальної установки	3
7-8	Визначення впливу технологічних характеристик зерна пшениці при ІЧ-обробці на якість зернового хліба	5
7-9	Визначення впливу технологічних характеристик зерна пшениці і щільності ІЧ-опромінення на якість зернового хліба	6
7-10	Визначення впливу технологічних характеристик зерна пшениці і кінцевої температури його ІЧ-опромінення на якість зернового хліба	6
7-11	Вплив ІЧ-опромінення на кількість і якість клейковини зерна пшениці	6
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10
Всього		59

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 59 днів.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

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

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

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

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

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Зерно пшениці, кг	50	5,80	290,00
Всього			290,00

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

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

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



Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

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

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу мікронізатора:

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

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_{\text{комп}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 1,68 = 152,41 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{мікр}} + E_{\text{комп}} = 87,09 + 152,41 = 239,50$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

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

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 обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Установка ПЧ-опромінення	6440,00	15	3	7,94
Персональний комп'ютер	11000,00	24	14	101,26
Всього				109,20

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

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

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	290,00
Заробітна плата	741,15
Нарахування на заробітну плату	163,05
Електроенергія	239,50
Амортизація	109,20
Накладні витрати	592,92
Всього	2218,82

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та накладні витрати.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

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

$C$  – розрахункові витрати дослідження, грн.;

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

$$Ц = 2218,82 + \frac{30 \cdot 2218,82}{100} = 2884,47 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 2884,47 грн.

#### Висновки до розділу

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 741,15 грн і 592,92 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 2884,47 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконано комплексні дослідження, спрямовані на розробку технології хліба з цілого зерна пшениці з попередньої ІЧ-обробкою зерна. На підставі отриманих результатів зроблено такі висновки.

Розроблено технологію хліба з цілого зерна пшениці, що включає попередню ІЧ-обробку зерна перед замочуванням на основі оптимізації параметрів технологічного процесу виробництва.

Встановлено, що оптимальні кінцеві температури ІЧ-обробки зерна при відповідних щільності потоку інфрачервоного випромінювання забезпечують отримання зернового хліба високої якості. Найкраща якість хліба з цілого зерна пшениці досягається при кінцевих температурах ІЧ-випромінювання 70, 90 і 100 °С при щільності потоку 6, 12 і 24 кВт/м<sup>2</sup>, відповідно.

Хліб, виготовлений із пшениці, обробленої до кінцевої температури 100 °С при щільності потоку ІЧ-випромінювання 24 кВт/м<sup>2</sup>, має найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники. У цьому випадку питомий об'єм хліба збільшується на 24%, пористість – на 15%, а загальна деформація стиснення м'якушки – на 32% у порівнянні з контрольними зразками без ІЧ-обробки зерна.

Дослідження показали, що при критичних температурах 90 і 100 °С і щільності потоку інфрачервоного випромінювання 12 і 24 кВт/м<sup>2</sup> відповідно, спостерігається зміцнення клейковини. Зерновий хліб, виготовлений із зазначених зразків зерна, демонструє найкращі фізико-хімічні та органолептичні показники.

Була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва хліба на хлібопекарських підприємствах та визначені методи утилізації відходів виробництва хлібобулочних виробів.

Встановлено, що основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 741,15 грн і 592,92 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 2884,47 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. М.С. Ходаковська, М.М. Жеплінська, Н.М. Слободянюк. Перспектива використання скорцорени для приготування напоїв Програма X міжнародної науково-практичної конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» Київ – 2021.
2. Подпрятюв Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: Підручник. К.: Аграрна освіта, 2014. 393 с.
3. Полевода Ю.А., Ревва В.Ю., Попов І.І. Методи термічної обробки зерна. Вібрації в техніці та технологіях. 2022. № 2 (105). с.122- 129.
4. Котов Б.І., Калініченко Р.А., Степаненко С.П., Швидя В.О., Лісецький В.О. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження). Монографія: Ніжин. Видавець ПП Носенко Н.Н. 2017. 552 с.
5. Калініченко Р.А., Солона О.В., Твердохліб І.В. Дослідження радіаційноконвективної термообробки зерна у віброкиплячому шарі. Вібрації в техніці та технологіях. 2017. № 2 (58). С. 95-98.
6. Солона В.О., Котов Б.І., Спирін А.В., Калініченко Р.А. Обґрунтування параметрів поєднаних процесів мікронізації і подрібнення із застосуванням вібраційних технологій при переробці зерна на корм. Вібрації в техніці та технологіях. 2016. № 3 (83). С.213-218.
7. Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Присяжнюк Д. В., Полевода Ю. А. Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2016. № 6. Т. 22. С. 151-156.
8. Ємчик В. В., Полевода Ю. А., Ревва В. Ю. Обґрунтування конструктивної схеми установки для обробки зернистого матеріалу інфрачервоним випромінюванням. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 43-52.

9. Полєвода Ю. А. Патент на корисну модель. Інфрачервона віброосушарка. № 136236. Публікація відомостей 12.08.2019. Бюл. № 15.

10. Bandura V., Kalinichenko R., Kotov B., Spirin A. Theoretical rationale and identification of heat and mass transfer processes in vibration dryers with IR-energy supply. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 4. № 8 (94), 50-58.

11. Kotov B., Spirin A., Kalinichenko R., Bandura V., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Determination the parameters and modes of new heliocollectors constructions work for drying grain and vegetable raw material by active ventilation. *Research in Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 65. № 1. P. 20-24.

12. Kotov B., Spirin A., Tverdokhlib I., Polyevoda Y. Theoretical researches on cooling process regularity of the grain material in the layer. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 54. № 1. P. 87-94.

13. Paziuk V., Petrova Z., Tokarchuk O., Polievoda Y. Special aspects of soybean drying with high seedling vigor. *Scientific bulletin, Series D: Mechanical Engineering*. 2021. Vol. 83. Iss. 2. P. 327-336.

14. Hanieh Sajjadi, Seyed Hadi Ebrahimi, S eyed Alireza Vakili, Abbas Rohani, Mahmood Reza Golzarian, Vahideh Heidarian Miri. Operational conditions and potential benefits of grains micronization for ruminant: A review. *Animal Feed Science and Technology*. Volume 287. May 2022. 115285.

15. Sitong Lai., Zhenjia Chen., Yanqing Zhang., Guang Li., Yuanmeng Wang., Qingliang Cui. Micronization Effects on Structural, Functional, and Antioxidant Properties of Wheat Bran. *MDPI. Foods*. Vol.12. Issue 1 (2023).

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

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

№ 1.

18. Дубініна А.А., Летута Т.М., Янчева М.О., Бондаренко В.Ф., Віннікова В.О., Круглова О.С. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навч. посібник. Х. : ХДУХТ, 2015. 189 с.

19. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.

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

21. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва [Текст]: навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, Білик Л.Ю. та інш.. - К: Центр навчальної літератури, 2006. - 341 с.

22. S. Kamiloglu et al. Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model

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

24. H.S. Kim et al. A study on quality characteristics and optimized recipe of muffin with added acai berry powder *Journal of the Korean Society of Food Culture* (2016)

25. Pekmez Hatice; YILMAZ, Betül BAY. Quality characteristics and antioxidant properties of bread incorporated by black carrot (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* alef) fiber. *Gıda*, 2020, 45.2: 2902-298.

26. Misra N, Yadav SK. 2020. Extraction of pectin from black carrot pomace using intermittent microwave, ultrasound and conventional heating: Kinetics, characterization and process economics. *Foodhydrocolloids*.102:105592

27. Cho MR, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *J Korean Soc Food Cult.* 2019. 34:612-619.

28. Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1269-1278.

29. Elgeti, D., Jekle, M., & Becker, T. (2015). Strategies for the aeration of gluten-free bread -A review. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 75–84.

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

31. Пахомська, О. В. Перспективи розширення асортименту хліба та хлібобулочних виробів України. In: *Соціально-політичні, економічні та гуманітарні виміри європейської інтеграції України: зб. наук. пр. VIII Міжнар. наук.-практ. конф.* 2021. р. 229.

32. Гріщенко А.В. Напрями інноваційного розвитку хлібопекарних підприємств України. Економічні та соціальні аспекти розвитку України на початку XXI століття. *Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції 19-20 жовтня 2021 року.* Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2021.–369 с. У матеріалах конференції знайшли відображення економічні та, 2021, 337.

33. Науменко, О., Полонська, Т., & Гетьман, І. (2021). Функціональні інгредієнти в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*, 9(16), 135-143.

34. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt\\_lekcij\\_Bez\\_vidhodni\\_tehnologiji\\_konservnyh\\_vyrobnycyv.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt_lekcij_Bez_vidhodni_tehnologiji_konservnyh_vyrobnycyv.pdf).

35. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmvih\\_uver.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmvih_uver.pdf).

36. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/455/3/751.pdf>.

37. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181\\_Haidashchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181_Haidashchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf).



38. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/20610/1/sword%202015.pdf>.
39. <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/264787>.
40. <https://www.iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/406>.
41. <https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/view/58>.
42. [http://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdzily/Naukovo\\_Doslidna\\_Chastyna/Docs/2020.08.22\\_STUD\\_ZBIRNIK\\_2020\\_RIK.pdf#page=240](http://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdzily/Naukovo_Doslidna_Chastyna/Docs/2020.08.22_STUD_ZBIRNIK_2020_RIK.pdf#page=240).
43. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16620/1/karpik.pdf>.
44. [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/7307/1/Innovatsiyni%20tekhnologiyi%20khliba\\_LP\\_2017.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/7307/1/Innovatsiyni%20tekhnologiyi%20khliba_LP_2017.pdf).
45. [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/25676/1/t1\\_15.05.19-147-148.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/25676/1/t1_15.05.19-147-148.pdf).
46. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7392/1/palivoda.pdf>.
47. [http://www.vtei.com.ua/doc/2020/24\\_104.pdf#page=183](http://www.vtei.com.ua/doc/2020/24_104.pdf#page=183).
48. <https://simo.com.ua/ua/o-nas/proizvodstva/article-proizvodstvo-kombikormov/tehnologija-proizvod-4>
49. <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/lr-9-suchasni-tehnologiyi-ta-obladnannja-dlja-pokrashchennja-nasinnyevoho-ta-kormovoho-materialu-z-dyscypliny-mvtt-1-semestr.pdf>
50. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9108/1/gorbatuk\\_lo.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9108/1/gorbatuk_lo.pdf).
51. <https://card-file.ontu.edu.ua/items/ae5f925a-9741-449a-9d75-a11c7e649dff>.
52. <https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a3982dab-9e5f-4dc4-882d-c9783fcc36af/content>