

**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 кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
хлібобулочних виробів із диспергованого зерна
пшениці**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-22
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Володимир ПІДДУБЦЕВ

Керівник: _____ Олександр ПІВОВАРОВ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«26» грудня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Піддубцеву Володимирі Олександровичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва хлібобулочних виробів із диспергованого зерна пшениці».

Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» грудня 2023 року № 4085.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва хлібобулочних виробів із диспергованого зерна пшениці 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Виробнича апробація результатів. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Літературний огляд. 2 Мета й завдання досліджень. 3 Об'єкти та методи досліджень. 4 Дослідна частина. 5 Виробнича апробація 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	професор ПІВОВАРОВ Олександр	26.12.2023	12.02.2024
5	професор ПІВОВАРОВ Олександр	26.12.2023	12.02.2024
6	професор ПІВОВАРОВ Олександр	26.12.2023	12.02.2024

7. Дата видачі завдання 26 грудня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	27.12-31.12.23	виконано
2	Літературний огляд	01.01-08.01.24	виконано
3	Об'єкти та методи досліджень	09.01-15.01.24	виконано
4	Дослідна частина	16.01-22.01.24	виконано
5	Виробнича апробація результатів	23.01-29.01.24	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	30.01-01.02.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	02.02-06.02.24	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	07.02-08.02.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	09.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Володимир ПІДДУБЦЕВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Олександр ПІВОВАРОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва хлібобулочних виробів із диспергованого зерна пшениці»

Кваліфікаційна робота містить: 92 с., 16 рис., 18 табл., 48 літературних джерел посилань.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення хлібобулочних виробів поліпшеної якості з нелущеного диспергованого зерна пшениці.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва хлібобулочних виробів покращеної якості з технологічними параметрами процесу диспергування та підготовки закваски на основі диспергованого зерна.

Метою роботи є наукове обґрунтування й практична розробка способів удосконалювання технології й поліпшення якості хліба з нелущеного диспергованого зерна пшениці, а також внесення заквасок і зміни співвідношення рецептурних компонентів на етапі виготовлення тіста.

Хліб вживається в їжу щодня й може виступати в ролі продукту з функціональними властивостями, які виявляють сприятливий вплив на діяльність життєзабезпечуючих систем організму людини, що знижують ризик виникнення різних захворювань. Тому закономірно, що у світовій практиці все більше поширення одержують роботи зі створення хлібобулочних виробів, що відрізняються підвищеним вмістом біологічно активних речовин і харчових волокон [35].

У зв'язку із цим, одним з перспективних напрямків створення здорових продуктів харчування є застосування технологій, що дозволяють раціонально використовувати всі цінні компоненти зерна, виробляти продукцію з підвищеною харчовою й біологічною цінністю при істотному скороченні витрат на виробництво.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Хліб, диспергатор, реологічні властивості, закваска, підготовка, ефективність, адекватність, пшениця, закваска, виробнича перевірка.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Харчова цінність хліба	9
1.2 Характеристика зерна пшениці	14
Висновки до розділу	26
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Об'єкти й методи досліджень	28
Висновки до розділу	33
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	35
3.1 Дослідження етапу підготовки зерна пшениці до диспергування	35
3.1.1 Розробка способу підготовки зерна пшениці до диспергування	35
3.1.2 Зміна показників якості зерна пшениці на етапі підготовки до диспергування	36
3.1.3 Вплив складу середовища замочування на біохімічні властивості зерна пшениці	45
3.2 Дослідження процесу виробництва тіста й хліба з диспергованого зерна пшениці	49
3.2.1 Вплив якості зерна пшениці на органолептичні й фізико-хімічні показники хліба	50
3.2.2 Вплив співвідношення рецептурних компонентів на властивості тісто і якість хліба з диспергованого зерна	53
3.3 Розробка технології хліба з диспергованого зерна пшениці з додаванням закваски	66
3.4 Дослідження ступеня пліснявіння хліба із диспергованого зерна пшениці	68
Висновки до розділу	69
4 ВИРОБНИЧА АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	72
4.1 Виробнича апробація результатів досліджень	72

4.2 Визначення харчової й енергетична цінності хліба з диспергованого зерна пшениці	74
Висновки до розділу	77
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	78
5.1 Розробка карти безпеки праці	78
5.2 Утилізація відходів виробництва	79
Висновки за розділом	79
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	80
6.1 Організація проведення дослідження	80
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	81
6.3 Розрахунок вартості дослідження	84
Висновки до розділу	85
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
БІБЛІОГРАФІЯ	88

ВСТУП

Аналіз структури харчування населення в останні десятиліття виявив стабільне збільшення споживання практично у всіх країнах світу найважливішого харчового продукту – хліба. Хліб вживається в їжу щодня й може виступати в ролі продукту з функціональними властивостями, які виявляють сприятливий вплив на діяльність життєзабезпечуючих систем організму людини, що знижують ризик виникнення різних захворювань. Тому закономірно, що у світовій практиці все більше поширення одержують роботи зі створення хлібобулочних виробів, що відрізняються підвищеним вмістом біологічно активних речовин і харчових волокон [35].

Традиційно хліб випікають із борошна. Одержання борошна супроводжується видаленням біологічно цінних морфологічних частин зерна, таких як оболонки, зародок, алейроновий шар. Борошно високих виходів у порівнянні із зерном пшениці втрачає близько 2/3 вітаміну B_2 , більше 80 % вітамінів B_1 і PP , практично повністю видаляється вітамін E , істотні втрати таких найважливіших мікроелементів як залізо, мідь, марганець, калій і магній.

У зв'язку із цим, одним з перспективних напрямків створення здорових продуктів харчування є застосування технологій, що дозволяють раціонально використовувати всі цінні компоненти зерна, виробляти продукцію з підвищеною харчовою й біологічною цінністю при істотному скороченні витрат на виробництво [39].

Особливі вимоги в наш час пред'являються до безпеки і якості продуктів харчування. Пророслі злаки з однієї сторони стають більш цінними по вмісту вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон і нутрієнтів, з іншого боку, як представники світу рослин, вони у своєму складі можуть містити такі небезпечні контамінанти як токсичні елементи, радіонукліди, пестициди.

Обґрунтування технології виробництва хліба з диспергованого зерна дозволить створити виріб підвищеної харчової цінності, яке відповідало б сучасним вимогам науки про харчування й могло б бути віднесене до продуктів

нового покоління. Тому, удосконалювання технології хліба з диспергованого зерна пшениці є актуальним і має важливе теоретичне й практичне значення.

Мета і завдання дослідження. У зв'язку з викладеним, нами було визначено ряд проблем і мета досліджень, що полягає в науковому обґрунтуванні й практичній розробці способів удосконалювання технології й поліпшення якості хліба з нелущеного диспергованого зерна пшениці шляхом регулювання біохімічних властивостей зерна на етапі підготовки до диспергування, а також внесення заквасок і зміни співвідношення рецептурних компонентів на етапі виготовлення тіста.

Відповідно до поставленої мети було поставлено наступні завдання:

- дослідити режими підготовки зерна до диспергування, його оптимальні параметри на основі вивчення біохімічних властивостей зерна;
- встановити оптимальні режими процесу тістоприготування і встановлення впливу цих факторів кислотності, піднімальної сили, реологічних властивостей тіста з диспергованого зерна й динаміки швидкості газоутворення на якість готового хліба;
- визначити вплив властивостей зерна пшениці й співвідношення рецептурних компонентів на якість хліба з метою розробки його оптимальної рецептури;
- провести дослідно-промислової апробації розробленого виробу;
- виконати техніко-економічні розрахунки витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення хлібобулочних виробів поліпшеної якості з нелущеного диспергованого зерна пшениці.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва хлібобулочних виробів покращеної якості з технологічними параметрами процесу диспергування та підготовки закваски на основі диспергованого зерна.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Харчова цінність хліба

В їжі, яка споживається людиною, повинні втримуватися харчові речовини (вода, білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини й ін.), необхідні для нормального функціонування організму. Їжа є й джерелом енергії, необхідної організму людини як для процесів обміну речовин, так і для покриття витрат енергії на рухові, трудові й інші процеси.

Продуктам із зерна: крупі, хлібу й хлібобулочним виробам, макаронним виробам – належить виняткове місце в харчуванні людини. Це, у першу чергу, відноситься до хліба, який часто називають продуктом номер один. Хліб і зерно завжди займали особливе місце, були основою життя людини. Протягом тисячоліть, в усі великі переломні зрушення історії людства – війни, революції, великомасштабні стихійні лиха – хліб був основою харчування трудових мас, у тяжкі часи давав поживні речовини до існування, рятував від загибелі людей. У багатьох народів хліб є одним з головних продуктів харчування. Щоденна норма споживання хліба в різних країнах становить 150 – 500 грамів на душу населення. Безумовно, таке значення хліба в харчуванні пояснюється чудовими властивостями зерна й хліба.

Харчова цінність хліба тим вище, чим більше він задовольняє потреби організму в харчових речовинах, і чим більше його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування [20].

Хліб – унікальний продукт. Він ніколи не приїдається й містить усі необхідні для харчування людини компоненти. У ньому втримуються практично всі найважливіші харчові речовини, хоча частина їх перебуває в біологічній недостатності.

Білкові речовини їжі мають особливе значення в утворенні, відтворенні й функціонуванні тканин людського організму. Вони не можуть бути замінені іншими живильними речовинами. Тому сучасні фізіологічні норми харчування

включають і норми необхідного вмісту в їжі білкових речовин. У харчуванні людини хліб є важливим джерелом білка, що покривають його добову потребу (при споживанні 350 г хліба в день) на 21,3 – 33,4 %. З погляду раціонального харчування важливо не тільки кількість споживаного білка (рекомендована норма – 9 – 10 г на день), але і якість білкових речовин. Вміст в хлібі білка й окремих амінокислот пов'язаний з видом зерна (пшениця, жито, кукурудза) і сортом (виходом) борошна, з якого він готується. Слід враховувати вміст білків і в інших видах хлібопекарської сировини: у пресованих дріжджах – близько 13 %, молоці – 3,7 %, молочному обріді – 3,5 % [29].

Переробка зерна пшениці й жита на борошно супроводжується істотними неминучими втратами мікронутрієнтів – вітамінів, мінеральних речовин, що видаляються разом з оболонкою зерна. Приготування з борошна хліба, хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів вносить додатковий вклад у втрату цих важливих біологічно активних речовин.

Хліб є основним джерелом постачання організму вітамінами B_1, B_2 і PP . Треба мати на увазі, що в хлібі з борошна нижчих сортів утримується набагато більше вітамінів, оскільки основна кількість вітаміну B_1 утримується в зовнішніх шарах зерна. Якщо в пшеничному хлібі із цільного зерна 0,27 мг% вітаміну B_1 , то в білому хлібі з борошна вищого сорту лише 0,11 мг%, вітаміну B_2 – 0,13 мг% і 0,06 мг%, вітаміну PP – 4,20 і 0,92 мг% відповідно.

З точки погляду вітамінної цінності хліба й хлібних виробів, істотною є стабільність у процесі приготування тіста й особливо випічки хліба вітамінів, що втримуються в борошні й інших видах сировини або внесених у тісто у вигляді їх препаратів. Найменш стабільний щодо цього вітамін C . Вітамінну активність у випеченому хлібі зберігає приблизно 15 % вітаміну C від його кількості, внесеного в тісто.

Рисунок 1.1 ілюструє динаміку зниження вмісту вітамінів B_1, B_6, PP , фолієвої кислоти в процесі переробки зерна пшениці на борошно й хліб. Максимальні втрати вітамінів відзначаються при виготовленні хліба з борошна

вищого сорту, становлячи для тіаміну 63 %, ніацину 78 %, вітаміну B_6 70 %, фолієвої кислоти 33 %. Залежно від вмісту вітамінів в борошні змінюється їхня кількість у хлібі. При цьому виріб з борошна грубого помелу багатше вітамінами, чим продукція з борошна вищого сорту.

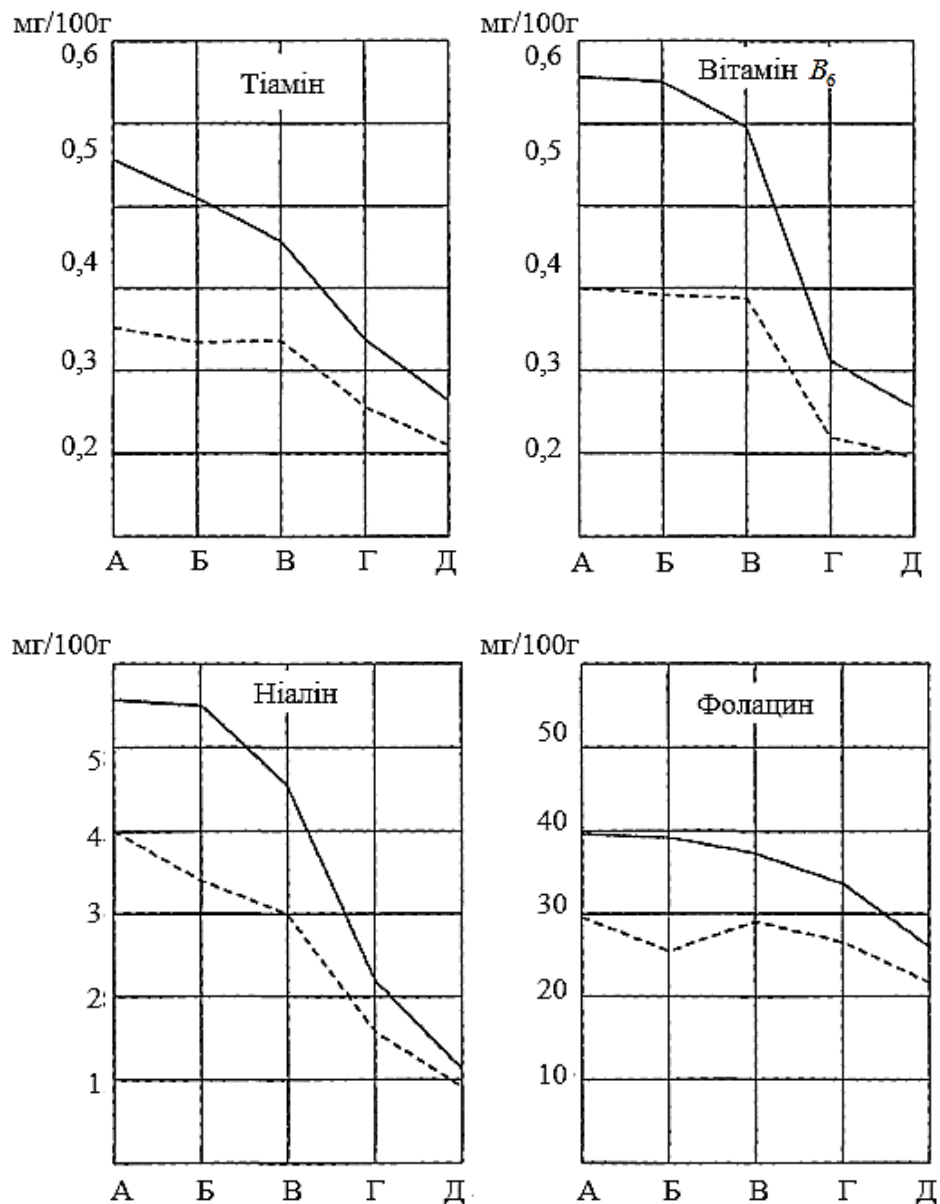


Рисунок 1.1 – Вміст вітамінів у зерні пшениці й продуктах його переробки
 ——— - борошно; - - - - - хліб; А – ціле зерно; хліб із цілого зерна; Б – борошно оббивне; хліб із оббивного борошна; В – борошно II сорту; хліб з борошна II сорту; Г – борошно I сорту; хліб з борошна I сорту; Д – борошно вищого сорту; хліб з борошна вищого сорту.

Відомо, що в їжі повинні міститися в необхідних кількостях мікро- і макроелементи: з'єднання кальцію, фосфору, заліза, калію, магнію, міді, йоду, нікелю, кобальту й ін. Вони є регуляторами багатьох фізіологічних процесів в організмі.

Хліб багатий фосфором, калієм, магнієм, сіркою. У ньому міститься також кальцій, натрій, хлор, кремній й у невеликих кількостях інші елементи. Причому, чим нижче сорт борошна, тим багатше хліб мінеральними речовинами. Співвідношення кальцію й фосфору в хлібі становить 1:6, у той час як оптимальне співвідношення цих елементів у їжі повинне бути 1:1,5. Це несприятливо позначається на засвоюваності кальцію [12].

Важливими компонентами здорової їжі крім білка, вітамінів, мінеральних елементів, жирних кислот є баластові речовини (неперетравлювані полісахариди), або по сучасній термінології – харчові волокна. Харчові волокна пшеничного хліба представлені розчинної й нерозчинної фракціями, у складі яких виявлені пектинові речовини, геміцелюлози, целюлоза й лігнін. Основну масу полісахаридів становлять геміцелюлози, у яких переважає важкогідролізована фракція (60 – 70 % від загального вмісту полісахаридів) [14].

Прийнято вважати, що потреба дорослої людини в харчових волокнах становить 25 – 30 г на добу залежно від віку й фізіологічного стану організму.

Перспективним джерелом харчових волокон є зернопродукти, особливо дроблене й плющене зерно, цільозмелене борошно, висівки і хлібобулочні вироби із застосуванням даних видів сировини. Для задоволення повної потреби в харчових волокнах досить ввести в раціон харчування 50 – 60 г дієтичних висівок у натуральному виді або у вигляді спеціальних сортів хліба, збагачених висівками різної дисперсності в кількості 10 – 15 %. [66, 67].

Наглядне представлення ролі хліба в раціоні харчування сучасної людини наведено в таблиці 1.1.

Аналіз таблиці показує, що, найбільші переваги має хліб із цілого зерна. Щодня споживаючи 350 грамів такого продукту, люди забезпечують більш ніж на третину свою потребу в білках і вуглеводах, на 25 – 60 % – у вітамінах B_1 і

B_2 , у значній мірі – у вітамінах PP і E , мінеральних елементах.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад деяких сортів хліба і його перекриття за рахунок в їх потребі організмом в найважливіших харчових речовинах (в %) при умовному вживанні в день людиною 350 г хліба

Харчові речовини	Житній простої форми		Пшеничний із цілого зерна		Батони нарізні із пшеничного борошна I сорту	
	вміст	Перекриття потреби, %	вміст	Перекриття потреби, %	вміст	Перекриття потреби, %
Білок, %	5,51	21,3	8,61	33,4	7,4	28,7
Незамінні амінокислоти, мг/100г хліба						
- лізин	186	16	280	24,5	165	14,3
- метіонін	62	7,23	142	18,5	117	13,5
- триптофан	67	23,4	103	36,5	83	29
Вуглеводи, %	41	31,8	44,7	34,5	50	38,8
Вітаміни, мг/100г хліба						
- тіамін (B ₁)	0,18	42	0,27	63	0,15	35
- рибофлавін (B ₂)	0,11	22,3	0,13	25,2	0,08	15
- нікотинова кислота (PP)	0,67	13,8	4,2	86,4	1,51	31,1
- токоферолі (E)	2,2	51	3,8	88	2,3	51
Мінеральні речовини, мг/100г хліба						
- калій	227	19,8	267	23,3	120	10,5
- кальцій	21	9,6	31	13,5	22	9,6
- фосфор	174	55,7	222	64,7	108	31,5

Таким чином, хліб забезпечує нас більшістю незамінних харчових речовин, без яких неможлива нормальна життєдіяльність організму людини і є джерелом значного покриття енерговитрат. Харчова цінність хліба в значній мірі залежить від сорту борошна, з якого він приготовлений. Зі збільшенням виходу борошна зростає вміст живильних речовин у хлібі.

Регулювання хімічного складу сировини, з якого готують хліб – один зі шляхів підвищення харчової цінності хліба. Використання компонентів зерна пшениці, а також цілого зерна при виробництві хліба безумовно додає хлібу властивості, спрямовані на регуляцію функціональної активності організму людини.

Як відомо, виробництво зерна, його зберігання, борошномельна й хлібопекарська промисловості представляють чотири ланки одного ланцюга. Людина вживає хліб, але спочатку необхідно виростити зерно. У зв'язку із цим розглянемо склад зерна пшениці, як одного з основних джерел підвищення харчової цінності хліба.

1.2 Характеристика зерна пшениці

Пшениця - одна з найважливіших злакових культур. Серед учених немає єдиної думки щодо місця й часу походження пшениці, так само як і про те, де вона була вперше оброблена, але одне твердо встановлене, що пшениця відіграла таку важливу роль у землеробстві.

В Україні пшеницю в основному переробляють у борошно й крупу. Крім цього, пшениця є сировиною для виробництва солоду й пива.

Пшениця відноситься до роду *Triticum*. У межах роду пшениці спостерігається велике різноманіття за морфологічними і біологічними особливостями.

Зернівка пшениці складається із плодової й насінної оболонки, алейронового шару, ендосперму й зародка. По даним [22], в зерні пшениці вміст ендосперму коливається в межах 78,73 – 84,3 %, зародка із щитком 2,5 – 4,22 %, алейронового шару 5,21 – 7,56 %, оболонки 7,51 – 11,17 %.

В зв'язку із цим, особлива увага приділяється складу й властивостям білка пшениці. Вміст білка в пшениці коливається від 9,2 до 25,8 % [22] і залежить головним чином від умов зовнішнього середовища в період дозрівання, типу й різновиду пшениці. По анатомічних частинах зернівки фракції білкових речовин

розподілені нерівномірно. Найбільш багатий білками алейроновий шар і зародок.

Пшеничний зародок і щиток разом становлять близько 2 – 4,22 % ваги зерна й містять 17 – 27 % білка [22]. Альбуміни й глобуліни становлять головну частину білків зародка й алейронового шару. По даним [42] альбумінової фракції в білку пшениці втримується 20 – 22 %, глобулінової 5 – 6 %. За іншим даними на частку альбумінів доводиться 5,7-11,55%, глобулінів 5,7 – 10,8 % від загальної кількості білка. Сума глобулінів і альбумінів становить 22 % від загальної кількості білка.

Гліадин і глютенін борошністого ендосперму називаються клейковинними білками, оскільки саме вони є основними компонентами клейковини, що відмиваються, із пшеничного тіста. Вміст гліадину й глютеніну становить 74 % від усієї маси білкових речовин. Гліадин і глютенін зосереджені головним чином у білку ендосперму зерна. Вірогідно встановлено, що вміст гліадинової фракції (43,02 %) трохи вище, чим глютенінової (39,1 %) [42].

Нерівномірність вмісту окремих амінокислот у різних частинах зерна відзначена численними дослідженнями. Вивчення амінокислотного складу різних фракцій зерна показало, що більший вміст лізину, гліцину, аргініну, аспарагінової кислоти відзначається у фракціях, що містять частину пшеничного зерна, пов'язаного з висівками й зародком, а більші концентрації глютамінової кислоти, проліну й фенілаланіну відзначені в борошні, що узгодженні з даними про те, що білки висівок і зародка складаються головним чином з розчинних білків, а білки ендосперму з білків клейковинного типу [5].

Відомості про вуглеводний комплекс зерна пшениці втримуються в численних джерелах [19]. Вуглеводи являють собою основні енергетичні ресурси, сконцентровані в клітках ендосперму зернівки для харчування зародка, що розвивається. По кількості легкозасвоюваних вуглеводів, вироблювані із зерна борошно й крупу стоять на першому місці серед інших продуктів харчування людини.

Переважним по кількісному співвідношенню компонентів вуглеводного комплексу зерна є крохмаль. Він перебуває в ендоспермі й становить від 48 до 75 % ваги зерна [22]. Однозначно встановлений зв'язок змісту, розмірів і стану

крохмалю із хлібопекарськими властивостями зерна [12].

Зерно пшениці містить водорозчинні й жиророзчинні вітаміни, які визначають харчову цінність хлібних продуктів і виробів. Усі вони життєвонеобхідні організму, їх відсутність або нестача у раціоні людини й тварин веде до різних захворювань (авітаміноз), адже вітаміни майже не синтезуються тваринними організмами, а надходять із їжею.

З водорозчинних вітамінів у зерні присутні: тіамін (вітамін B_1), рибофлавін (вітамін B_2), ніацин (вітамін PP), піридоксин (вітамін B_6), біотин (вітамін H), аскорбінова кислота (вітамін C), пантотенова кислота (вітамін B_3). Вітаміни зосереджені в основному в зародку, алейроновому шарі й оболонках зерна.

У таблиці 1.2 представлений розподіл вмісту вітамінів у зерні пшениці й продуктах її помелу.

Аналіз таблиці показує, що найбільше вітамінів утримується в периферійних частинах зерна, у його оболонках і зародку, а менше вітамінів – у центральній борошністій частині зерна, в ендоспермі.

Таблиця 1.2 – Вміст вітамінів у зерні пшениці й продуктах її помелу

Зернопродукти	Вітаміни (мкг/г)					
	B_1	B_2	PP	B_6	β – каротин	E
Зерно пшениці	5,7	1,9	70,0	4,3	0,2	9,1
Зародки пшеничні	20,5	13,0	90,0	16,2	6,0	158,4
Відрубай пшеничні	21,0	2,3	120,0	5,5	3,3	57,7

Особливо багато в злаках вітамінів групи B . Зернові культури – головне джерело вітаміну B_1 у харчуванні людини: 70 – 80 % вітаміну B_1 людей одержує за рахунок хлібних і круп'яних продуктів.

Крім того, в зерні міститься й вітамін C , але в зрілих зернах злакових культур його нема, він з'являється при проростанні зерна й міститься в більших кількостях у проростках і солоді.

Хоча вміст мінеральних речовин у зерні невеликий, вони необхідні для нормальної життєдіяльності людини, тому впливають на живильну цінність зерна й продуктів його переробки. Особливо важливі фосфор, кальцій, залізо й мікроелементи – «мінеральні вітаміни» зерна.

Найбільш високим вмістом мінеральних речовин характеризується зародок і алейроновий шар (відповідно 4,4 % і 4,23 % від маси), найменшої – ендосперм (0,36 %). Для зародка специфічна значна концентрація кальцію й таких важливих мікроелементів, як залізо, цинк і мідь. Щодо цього досить багатим є також алейроновий шар. Так, середній вміст у зерні заліза становить 4,5 мг/100 г. У зародку цей показник підвищується до 12 мг/100 г. Вміст цинку, марганцю, магнію, фосфору, кальцію й ін. у зародку в 1,5 – 3 рази вище, чим в ендоспермі [14].

Таким чином, чим вище сорт борошна, тем менше міститься в ньому клітковини, білка, жиру, мікро- і макроелементів, тобто речовин, якими багаті оболонки, зародок і алейроновий шар зерна.

Знімаючи й відкидаючи периферійні частини зерна пшениці (плодову й насінну оболонки, алейроновий шар із прилягаючими до нього іншими шарами борошнистого ендосперму, а також зародок) при одержанні борошна ми тим самим разом з ними видаляємо частину найцінніших у біологічному відношенні речовин.

Наведений огляд показує, що ціле зерно пшениці є продуктом високої харчової цінності, що володіє профілактичними властивостями. У ньому міститься значна кількість біологічно активних речовин – вітамінів, амінокислот, мікроелементів.

Як було зазначено вище, в основному зерно пшениці використовується як сировина для переробки в борошно й крупу. Більш широке використання зерна в хлібопекарській промисловості буде мати величезне значення для забезпечення населення цінними харчовими продуктами.

Якість пшениці, використовуваної для виробництва хліба, повинна відповідати вимогам ДСТУ 3768:2019, наведеним у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Показники якості зерна пшениці

Найменування показника	Характеристика й обмежувальна норма по класах		
	1 клас	2 клас	3 клас
Стан	Не нагрівається, в здоровому стані		
Запах	Нормальний, властивий здоровому зерну пшениці (без затхлого, солодового, цвілевого, стороннього)		
Колір	Нормальний, властивий здоровому зерну даного типу		
	Допускається перший ступінь знебарвлення		Допускається 1 і 2 ступінь знебарвлення
Натура, г/л, не менше	750	745	710
Вологість, %, не більше	13,5	13,5	13,5
Бур'яниста домішка, %, не більше	2,0	2,0	2,0
Зернова домішка, %, не більше	5,0	5,0	5,0
Масова частка клейковини, %, не менше	32,0	28,0	23,0
Якість клейковини, група не нижче	II	II	II
Число падіння, с	Більш 200	Більш 200	200-151
Скловидність, %, не менше	60,0	60,0	Не обмежено
Зараженість шкідниками	Не допускається	Не допускається	Не допускається

Якість вихідної сировини визначає послідовність і набір технологічних операцій по його переробці й, в остаточному підсумку, впливає на якість готової продукції.

Вперше спосіб приготування хліба із зерна без попереднього розмелу у борошно був запропонований у Франції в 60-х роках 19 століття комерсантом А. Сесилем. Таке приготування хліба було названо «паніфікацією зерна». В 70-х, а потім в 90-х роках 19 століття паніфікацією зерна в Україні займався технічний комітет Головного інтендантського керування. Хлібом із цілого зерна в той час

годували солдат у військових частинах.

Для виявлення особливостей готування хліба з диспергованого зерна, зрівняємо технологію традиційного приготування пшеничного хліба й технологію хліба з диспергованого зерна.

Технологічна схема виробництва будь-якого виду хлібного виробу містить у собі послідовність окремих технологічних етапів і операцій, виконання яких дозволяє одержувати вироби, що відрізняються найкращою якістю.

Технологічна схема виробництва хліба із пшеничного борошна з використанням безопарного способу приготування тіста включає 6 етапів і показана на рисунку 1.2.

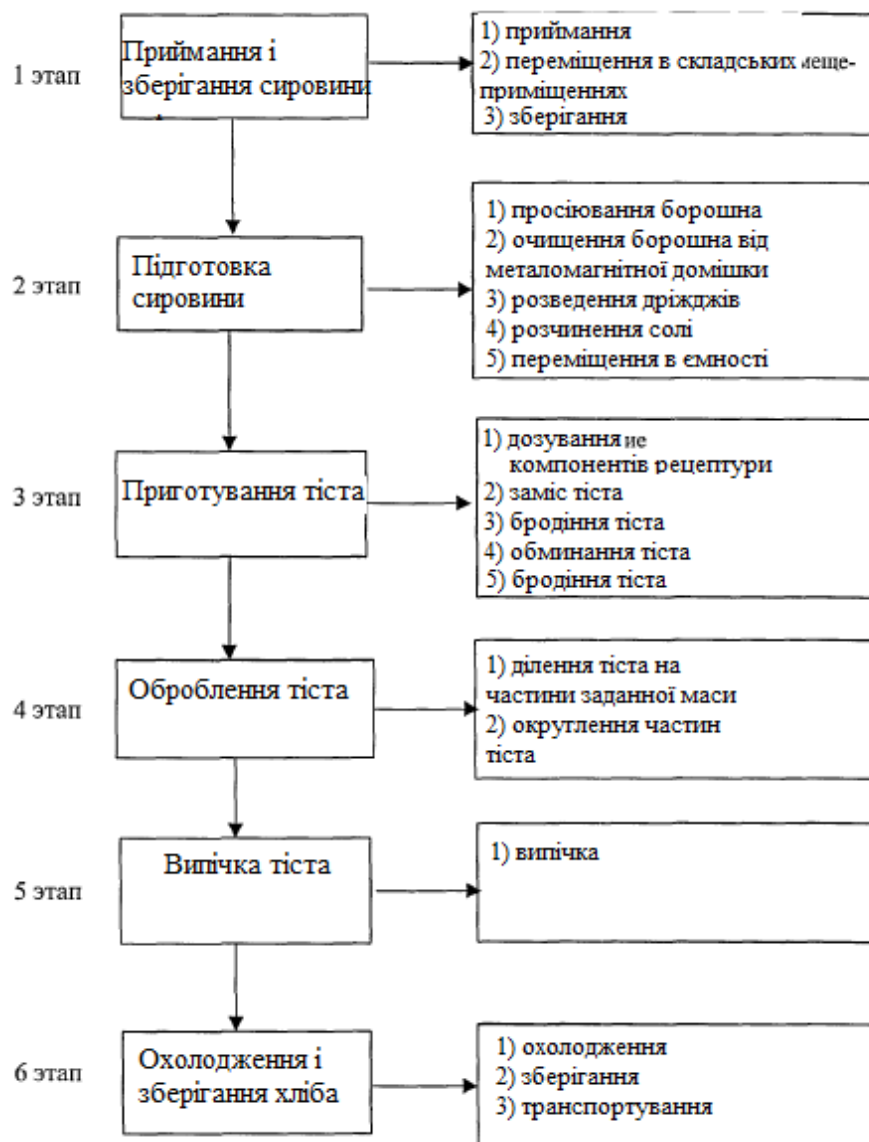


Рисунок 1.2 – Технологічна схема приготування хліба при безопарному способі приготування тіста

Перший етап охоплює приймання сировини, переміщення його в складські приміщення і ємності й наступне зберігання. Хліб із пшеничного борошна готують із основної сировини хлібопекарського виробництва: борошна, води, дріжджів і солі.

Другий етап включає операції по підготовці сировини до пуску у виробництво. Борошно просівається, очищається від металоманітної домішки, зважується й направляється у виробничі бункери для створення оперативного запасу. Дріжджі пресовані розмочують у воді температурою 35 - 40 градусів у співвідношенні 1:2 і готують дріжджову суспензію. Сіль розчиняють у воді й готують сольовий розчин щільністю 1,2 г/см .

Третій етап включає технологічні операції по приготуванню тіста. Дозування сировини здійснюється дозуючими обладнаннями, які відмірюють у тістомісильну машину певні порції сировини. Заміс тіста здійснюється на тістомісильній машині. Мета замісу – одержання з компонентів рецептури тіста, однорідного по всій масі. Утворення тіста при замісі відбувається в результаті ряду процесів, з яких найважливішими є:

- 1) фізико-механічні, що забезпечують взаємодію всіх складених компонентів рецептури;
- 2) колоїдні процеси, у результаті яких відбувається взаємодія складених компонентів борошна з водою;
- 3) біохімічні процеси, викликані дією ферментів і дріжджів (протеоліз і амілоліз).

При замісі крохмаль борошна адсорбційно зв'язує до 44 % води. Нерозчинні білкові речовини (гліадинова й глютенінова фракції) в основному воду зв'язують осмотично, різко збільшують обсяг і набухають. У результаті утворюється губчато-сітчаста структурна основа тіста, яка й обумовлює специфічні властивості пшеничного тіста – його розтяжність і пружність. Структурно слабкі білки можуть набухати необмежено, відбувається їхня пептизація, що веде до збільшення рідкої фази тіста й погіршує реологічні властивості. Слизи борошна при замісі майже повністю переходять у розчин. Целюлоза й геміцелюлоза за

рахунок капілярної будови зв'язують значну частку води, зміцнюють тісто, підвищуючи його пружність [28].

Бродіння тіста проводиться при температурі 30 – 32 °С протягом 2,5 – 4 годин. У процесі бродіння тісто здобуває оптимальні реологічні й органолептичні властивості в результаті спиртового й молочнокислого бродіння. У результаті спиртового бродіння тісто насичується пухирцями CO_2 і збільшується в обсязі в 2 – 2,5 рази. Продукти, що утворюються при молочнокислому шумуванні, сприяють збільшенню кислотності тіста до 3 – 4,5 градусів залежно від сорту використовуваного борошна. Поряд зі спиртовим і молочнокислим бродінням протікають біохімічні й колоїдні процеси, що приводять до зміни білкових речовин і крохмалю. Триває набрякання білкових речовин. Підвищення кислотності тіста прискорює як набрякання, так і пептизацію білкових речовин. Як наслідок цього різко знижується кількість клейковини, що відмивається (приблизно на 30 %), зростає кількість водорозчинних речовин. Протеоліз у тісті з борошна нормальної якості йде повільно, при цьому міняється структура білкової молекули, а розкладання білків на окремі амінокислоти практично не відбувається. Крохмаль при шумуванні частково гідролізується до мальтози й декстринів. Для поліпшення властивостей тіста його піддають однієї або декільком обминкам залежно від тривалості бродіння й хлібопекарських властивостей борошна [12].

Четвертий етап – оброблення тісто. Тісто для формового хліба ділять на шматки заданої маси в тістоділильній машині, потім на тістоокругувальній машині тістові заготовки округляють для додання їм форми кулі. Далі тістові заготовки піддають вистоюванню в вистоювальній шафі при температурі 35 – 40 °С і відносної вологості повітря 80 – 85 % протягом 40 – 60 хвилин.

П'ятий етап – випічка. Здійснюється в хлібопекарських печах з метою перетворення тестової заготовки в хліб. Температура випічки 200 – 220 °С, тривалість 30 – 40 хвилин.

Шостий етап включає наступні операції: охолодження хліба й транспортування його в торгівельну мережу.

Приготування хліба з диспергованого зерна пшениці передбачає повне виключення процесу одержання борошна. Хліб готується безпосередньо із зерна пшениці. Можна використовувати як неочищене зерно, так і зерно, очищене від домішок на елеваторі. При цьому традиційна схема готування хліба доповнюється етапом підготовки зерна до диспергування й етапом диспергування зерна й передбачає проведення операцій по луценню зерна, мийттю, замочуванню й диспергуванню [76]. Технологічна схема готування хліба з диспергованого зерна показана на рисунку 1.3.

Луцення зерна. Для очищення зовнішньої поверхні зерна й зняття оболонок використовуються шелушители різних конструкцій. Основна мета шелушення зерна - це поліпшення санітарно-гігієнічних показників зерна, а також часткове видалення не тільки плодкових, але й насінних оболонок, що представляють головну перешкоду для проникнення вологи у внутрішні частини зерна.

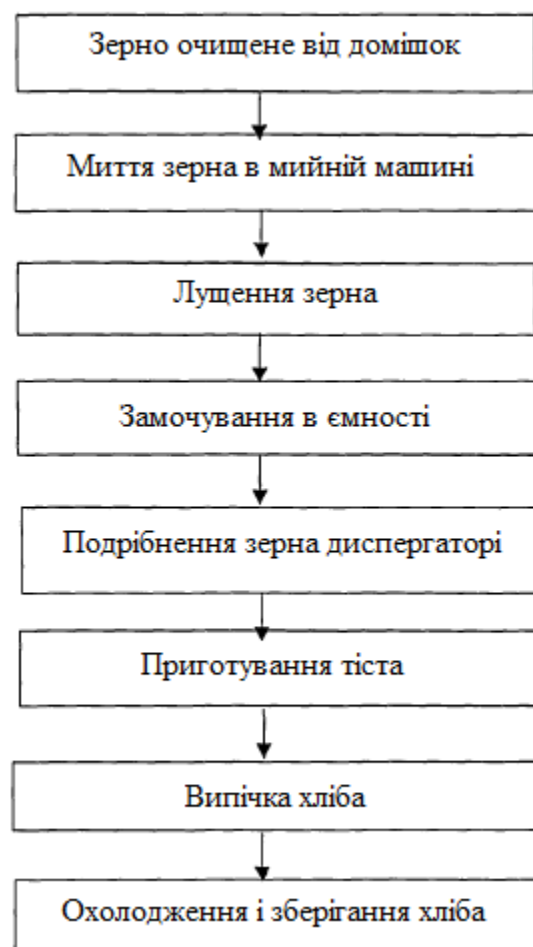


Рисунок 1.3 – Технологічна схема готування хліба із зерна

Запропоновано проводити лущення зерна до видалення 50 – 80 % плодових оболонки, але зі збереженням зародка й алейронового шару. При видаленні 50 – 80 % плодових оболонки відзначається підвищення питомого об'єму хліба на 12 – 20 %, зростання пористості на 6 – 16 %. Відзначається зниження вмісту клітковини в лущеному зерні на 0,94 – 1,33 %, підвищення вмісту білка на 0,26 – 0,36%. Вміст вітамінів B_1, B_2, PP у лущеному і нелущеному зерні практично не змінюється [8].

Романів А.С. запропонував для сухого очищення поверхні зерна використовувати обладнання ударно-стираючої дії (горизонтальні й вертикальні оббивальні машини, щіткові машини, ентолейтори й ін.). При обробці зерна в таких обладнаннях відбувається не тільки знімання оболонки, але й видалення частини зародка (зародкової осі). Очищення зерна пропонуваним способом ведуть до зниження зольності на 0,05 – 0,7 %. Часткове видалення зародка, що містить значну кількість α -амілази й протеаз, впливає на структуру тіста, підвищуючи його формо- і газоутворюючу здатність, і знижує заминання м'якушки хліба.

Більш кращий сухий спосіб очищення зерна перед диспергування також вважає Шкапов Е.І. Проведені ним дослідження підтвердили існуючу думку, що інтенсивність процесу водопоглинення збільшується зі збільшенням ступеня лущення зерна [19].

Мийка зерна. Для більш ефективного промивання зерна О.А. Хоперская, М.Е. Богданов, В.Л. Огудин, Н.А. Блинова пропонують використання широкогорлих посудин з перфорованим дном з діаметром отворів не менш 1 – 1,5 мм. Ці посудини поміщають у більші посудини і зерно заливають питною водою. При цьому, легкі бур'яністі частки спливають і переливаються через край зовнішньої посудини, а пісок, роздроблене зерно провалюється крізь отвори внутрішньої посудини. Для інтенсифікації процесу проводять механічне перемішування зерна [22].

Замочування зерна. Промите зерно витримують у ємкостях різних конструкцій протягом 6 – 48 годин. Цей етап необхідний для набрякання зерна.

При замочуванні відбувається зміна вихідних властивостей зерна – зернівка здобуває пластичні властивості. Вологість зерна збільшується, на думку різних дослідників на 36 – 52 %. Для більш ефективного замочування пропонується проводити замочування в будь-яких обладнаннях типу листів шаром не більш 15 см. У ході замочування воду необхідно міняти 3 – 6 раз на свіжу за наступних причинах: по-перше, при набряканні зерна в ньому активізуються процеси подиху, а зміна води забезпечує необхідний доступ кисню; по-друге, з набряклого зерна у воду екстрагуються токсичні білки-рицини води, що виділяються при зміні; по-третє, зміна води затримує й запобігає росту цвілевих грибів і нагромадження мікотоксинів [22].

Гут М.М. пропонує проводити замочування зерна у воді у два етапи. На першому етапі зерно замочують водою температурою 18 – 20 °С, витримують отриману суміш протягом 18 – 22 хвилин із двократною або трикратною зміною води, а на другому етапі замочують зернову масу водою температурою 8 – 12 °С у кількості, за обсягом на 15 – 20 % перевищуючому обсяг зерна, витримують при температурі +2 – +5°С протягом 26 – 40 год [32].

З метою поліпшення реологічних властивостей тіста дослідниками пропонується насичення води молекулярним киснем на етапі замочування зерна пшениці. Кисень, приєднаний до зерна, активується й зтягується в окисні процеси по блокуванню протеолітичних ферментів, особливо в щитку зародка, зміцнює клейковину. В'язкість до кінця бродіння тісто становила 90 Па·с, що значно вище, у порівнянні з тістом із зерна, замоченого в простій воді (40 Па·с). При такій в'язкості тісто легко формується, має гарні адгезійні властивості [9, 18].

В Австралії для прискорення етапу замочування, цільне зерно піддають високотемпературній обробці й отримане мікропористе зерно із щільністю 0,4 – 0,6 г/см змішують із водою протягом 5 хвилин [11].

Ковалів Г.М. і Кузнецов Ю.Г. при готуванні хліба замочували зерно протягом 7 – 10 годин дистильованою, джерельною або мінералізованою водою й пророщували 10 – 12 годин при температурі 20 – 24 °С [25].

Кулимін В.В., Конокотин В.Л. і ін. пропонує з метою збагачення хліба

йодом, підготовку зерна вести у воді, що містить джерело йоду. Така технологія особливо актуальна для районів, що відчують дефіцит йоду [30].

Під час замочування зерна протікають процеси початкового проростання рослини, і довжина паростка може досягати від 0,5 до 2 мм [17, 20].

Пророщення зерна можливо проводити шаром не більш 5 см протягом 22 – 26 годин. При такому початковому проростанні підвищується вміст вітамінів, мікроелементів, поліпшується амінокислотний склад зерна. Наприклад, вміст вітамінів *A*, *E* і *C* зростає до 2,90 мг%, 78,0 мг%, 31,4 мг% відповідно (у сухого зерна зміст вітамінів *A*, *E* і *C* відповідно 0,43 мг%, 30,0 мг%, 10,6 мг%) [9, 22, 46].

Диспергування зерна. Диспергування – це здрібнювання набряклого зерна в спеціальних установках (диспергаторах) за допомогою ножів різних конструкцій і продавлювання маси через матриці з отворами різного діаметра. При цьому виходить пластична маса диспергованого зерна. Під час вологого помелу (диспергування) переважають процеси руйнування структури зерна, а частки, що утворюються, мають досить великі розміри (у порівнянні з розміром часток борошна). Розміри часток диспергованого зерна становлять за даними різних дослідників від 150 мкм до 480 мкм [12, 18].

Процес диспергування визначає текстуру диспергової маси й, відповідно, текстуру тіста і якість хліба. Шкаповим Е.І. було встановлено, що коефіцієнт пластичності диспергової маси збільшується зі збільшенням кількості ножів і знижується зі збільшенням діаметра отворів у матриці [19].

Гут М.М. перед здрібнюванням зернову масу пропонує стабілізувати, для чого від неї відокремлюють залишки води й сушать при температурі 16 – 30 °С протягом 12 – 24 год до досягнення вологості зернової маси 22 – 26 %. При цьому здрібнювання зерна ведуть за допомогою парно працюючих ножів у системі зминання й різання, а матрицю для пропуску зернової маси використовують із діаметром отворів 1 – 22 мм [32].

Приготування тіста з диспергованого зерна. Приготування тіста проводять у тістомісильних машинах, широко використовуваних при традиційному

виготовленні тіста. Особливістю даного етапу є те, що тісто замішують безпосередньо з диспергованого зерна з додаванням пресованих дріжджів, солі, води й інших рецептурних компонентів.

При вологому помелі зерна ступінь роздрібнення зерен не забезпечує необхідну інтенсивність сахаро- і газоутворення при шумуванні тісто. Для підвищення якості зернового тісто пропонується додавати цукор, маргарин, фосфатидні концентрати, лимонну кислоту, лецитин, поверхнево-активні речовини (лецитин, жирсахара). Також розглянуте питання із приводу внесення в зерновий хліб вітамінів, амінокислот і інших лабільних компонентів у вигляді інклюзивних комплексів із циклодекстринами в кількості 0,001 – 5,5% від маси борошна. Реалізація пропонованої технології дозволяє вносити в зерновий хліб лабільні й легколетучі речовини в циклодекстриновій формі, що запобігає їхньому руйнуванню під дією високої температури, вологи, окиснювачів. Циклодекстринові комплекси вносять на стадії одержання зернової маси або при замісі тіста [6].

Підвищення якості зернового хліба можна добитися шляхом застосування активованих дріжджів або зброджених напівфабрикатів при замісі тіста. Введення цих напівфабрикатів сприяє поліпшенню розпушення маси тіста й прискоренню технологічного процесу виробництва зернового хліба за рахунок підвищення початкової кислотності тіста й скорочення процесу бродіння. Так, у ФРН запропонований спосіб готування хліба із цільного зерна на заквасці із пророслого зерна, зброженого молочнокислими бактеріями *Lactobacillus casei* DSM 3173 Beta 3. Збродження проводять протягом 40 годин при температурі 20 – 40 градусів [38].

Висновки до розділу

У зв'язку з викладеним, нами було позначено коло проблем і мета досліджень, що полягає в розробці раціонального способу одержання хліба з нелущеного дисперговоаного зерна пшениці, який дозволить відмовитися від

енергоємної операції луцнення зерна.

Для досягнення поставленої мети в ході дослідження сплановані й вирішені наступні завдання:

- дослідити режими підготовки зерна до диспергування, його оптимальні параметри на основі вивчення біохімічних властивостей зерна;
- встановити оптимальні режими процесу тістоприготування і встановлення впливу цих факторів кислотності, піднімальної сили, реологічних властивостей тіста з диспергованого зерна й динаміки швидкості газоутворення на якість готового хліба;
- визначити вплив властивостей зерна пшениці й співвідношення рецептурних компонентів на якість хліба з метою розробки його оптимальної рецептури;
- розробити схему виробництва хліба;
- виконати техніко-економічні розрахунки витрат на проведення досліджень.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою підвищення харчової цінності хліба, удосконалювання технологічного процесу його виробництва, була вдосконалена й розроблена раціональна технологія хліба з не лущеного диспергованого зерна пшениці.

2.1. Об'єкти й методи досліджень

Об'єкти досліджень. Для проведення досліджень використовували зразки рядового зерна пшениці врожаю 2022 – 2023 років, борошно пшеничне хлібопекарське, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль харчову.

Якість зерна пшениці, що застосовувався в роботі, представлено в таблиці 2.1.

Досліджуване зерно пшениці було повноцінним, добре виповненим. Якість зерна пшениці (проби 1, 2, 3) відповідало третьому класу ДСТУ 3768:2019. Зерно проби 4 по якості відповідало четвертому класу.

Борошно пшеничне хлібопекарське. При проведенні досліджень у лабораторних умовах використовували 3 проби пшеничного борошна першого сорту, 1 пробу борошна пшеничного вищого сорту й 1 пробу борошна пшеничного другого сорту. Якість пшеничного борошна, що застосовувався в дослідженнях, представлено в таблиці 2.2.

Дріжджі пресовані хлібопекарські, які використовувалися в роботі, відповідали вимогам ГОСТ 171-81

Таблиця 2.1 – Характеристика зерна пшениці врожаю 2023 р.

Найменування показника	Значення			
	1 проба	2 проба	3 проба	4 проба
Стан	Не гріється, в здоровому стані			
Запах	Нормальний, властивий здоровому зерну пшениці (без затхлого, солодового, цвілевого, стороннього запахів)			
Колір	Нормальний, властивий здоровому зерну даного типу; знебарвлена і потемніла пшениця в межах вимог відповідного класу			
Натура, г/л	742	731	727	715
Вологість, %	10,7	11,6	12,3	10,9
Смітна домішка, %	0,3	0,7	0,8	0,9
Зернова домішка, %	2,9	2,3	1,6	2,7
Масова частка клейковини, %	26,8	24,0	28,0	22,0
Якість клейковини, у.од. ІДК	65 (1 група)	40 (2 група)	80 (2 група)	100 (2 група)
Число падіння, сек	298	305	246	201
Скловидність, %	56,0	52,0	53,0	48,0
Зараженість шкідниками	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Таблиця 2.2 – Характеристика пшеничного хлібопекарського борошна

Найменування показників	Характеристика і норма для сортів борошна				
	в/с	І с			ІІ с
Колір	Білий з кремовим відтінком	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Білий з сіруватим відтінком
		Білий з жовтуватим відтінком			
Запах	Властивий пшеничному борошну без сторонніх запахів, не затхлий, не плісневий				
Смак	Властивий пшеничному борошну без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий				
Вміст мінеральних домішок	При розжовуванні борошна хрускіт не відчувався				
Вологість, %	13,3	12,8	11,6	13,0	12,2
Зольність, % не більше	0,51	0,73	0,70	0,72	1,01
Крупність помелу, % залишок на ситі, з шовкової тканини №43 №35 №27 Прохід через сито, №43 №38	4,5	-	-	-	-
	-	0,8	1,4	1,8	-
	-	-	-	-	1,7
	-	86,0	82,0	81,0	-
	-	-	-	-	70
	-	-	-	-	-
Клейковина сира, %	28,0	30,0	31,0	30,0	25,0
Якість клейковини, у.од.	65	45	75	90	70
Металомагнітна домішка в 1 кг, мг	Не виявлено				
Зараженість і засміченість	Не виявлено				

Методи досліджень. Аналіз зерна проводили по загальноприйнятих і спеціальних методиках [1, 18]. Технічний аналіз зерна пшениці проводили відповідно до ГОСТ 9353-90:

- відбір проб зерна – за ГОСТ 13586.3-83;
- визначення смітної, зернової домішки – за ГОСТ 30483-97;
- визначення зараженості і пошкодження зерна шкідниками – за ГОСТ 13586.4-83;
- визначення запаху і кольору зерна – за ГОСТ 10967-90;
- визначення вологості зерна – за ГОСТ 13586.5-93;
- визначення натури – за ГОСТ 10840-64;
- визначення кислотності зерна по бовтанці проводили за ГОСТ 10844-74;
- визначення кількості і якості клейковини – за ГОСТ 13586.1-68;

Визначення вмісту цукрів – методом Бертрана [31]. Цукроутворюючу здатність зерна визначали по кількості міліграмів мальтози, що утворюється з 10 г зерна за 1 годину настоювання з 50 мл води при температурі 27 °С. Визначення проводили прискореним йодометричним методом.

Визначення масової частки крохмалю – методом Еверса [38]. Попередньо наважки досліджуваних проб зерна обробляли 0,31 н розчином соляної кислоти з метою гідролізу крохмалю, далі освітляли отриманий гідролізат 4 %-им розчином фосфорно-вольфрамової кислоти. Прозорий розчин поляриметрували.

Визначення вмісту клітковини – по методу Кюршнера і Ганека [38].

Аналіз пшеничного борошна проводили відповідно до ГОСТ 26574-85. Визначення вологості борошна – за ГОСТ 9404-88. Визначення кислотності борошна по бовтанці – за ГОСТ 27493-87. Визначення кількості і якості клейковини – за ГОСТ 27839-88.

Органолептичний і фізико-хімічний аналіз напівфабрикатів проводили відповідно до методик, викладених у довідниках. Піднімальну «силу» напівфабрикатів визначали за методом спливання кульки. Вологість напівфабрикатів визначали методом висушування при температурі 160 °С протягом 5 хвилин. Титрувальну кислотність напівфабрикатів визначали

титруванням бовтанки 0,1н розчином NaOH з застосуванням індикатору (1% спиртового розчину фенолфталеїну) до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом хвилини.

Вивчення інтенсивності спиртового бродіння напівфабрикатів проводили по зміні швидкості їх газоутворення. Швидкість газоутворення, обумовлена швидкістю реакції спиртового бродіння, досліджували за спеціальною методикою [24]. За допомогою приладу Яго-Островського вимірювали обсяг вуглекислого газу, утвореного пробюю аналізованого напівфабрикату в процесі бродіння, потім проводили перерахування цього об'єму у швидкість газоутворення й будували її графічне зображення.

Швидкість газоутворення напівфабрикатів обчислювали по формулі:

$$V = n \cdot \frac{1000}{m \cdot t}, \quad (2.1)$$

де n – об'єм вуглекислого газу, утворений аналізованою пробюю напівфабриката, см³;

m – маса аналізованої проби, г;

t – тривалість аналізу, хв.;

1000 – коефіцієнт перерахунку на кг.

Визначення фізичних властивостей тіста в процесі замішування і бродіння на фарингографі «Brabender», по методиці, викладеної в [12]. Для визначення фізичних властивостей тіста за допомогою фаринографа будували криву – фаринограмму. Проби тіста при замісі випробовували при постійному чисельному значенні консистенції тіста, яка рівна 500 ЕФ. По фаринограммі замісу характеризували властивості тіста і фіксували наступні цифрові характеристики :

- максимальну консистенцію тіста a_{\max} ;
- консистенцію тіста через 15 хвилин замісу a_{15} ;
- час утворення тіста b ;
- еластичність і розтяжність тіста c ;

- стабільність тіста d ;
- розрідження тіста e ;
- валориметрична оцінка.

Для характеристики фізичних властивостей тіста в процесі бродіння, проводили бродіння тіста впродовж 90 хвилин. Через кожні 30 хв бродіння, тісто піддавали обминанню в мішалці фаринографа. Тривалість обминання – 5 хвилин. Для кожного відрізка кривої, відповідному черговому 5-хвилинному обминанню, фіксували наступні величини:

- максимальну консистенцію тіста a_{max}
- час утворення тіста b ;
- консистенцію тіста через 5 хвилин обминання a_5 ;
- розрідження тіста e_5 ;
- еластичність тіста c_{max} ;
- еластичність тіста після обминки c_5 ;

Пробну лабораторну випічку хліба проводили відповідно до ГОСТ 27669-88. Аналіз хліба проводили загальноприйнятими методами.

Визначення вологості хліба – за ГОСТ 21094-75. Визначення кислотності хліба – за ГОСТ 5670-96. Визначення пористості хліба – за ГОСТ 5669-96.

Ризик ураження хліба цвілевими грибами визначали шляхом термостатування зразків при температурі 37 °С протягом 24 год, 36 год, 48 год, 60 год. Ступінь ураження хліба характеризували за органолептичними показниками [24].

Висновки до розділу

Приведено характеристику об'єктів дослідження та методику проведення досліджень, а саме вологість напівфабрикатів визначали методом висушування при температурі 160 °С протягом 5 хвилин. Титрувальну кислотність напівфабрикатів визначали титруванням бовтанки 0,1н розчином NaOH з

застосуванням індикатору (1% спиртового розчину фенолфталеїну) до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом хвилини. Ризик ураження хліба цвілевими грибами визначали шляхом термостатування зразків при температурі 37 °С протягом 24 год, 36 год, 48 год, 60 год. Ступінь ураження хліба характеризували за органолептичними показниками.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження етапу підготовки зерна пшениці до диспергування

3.1.1 Розробка способу підготовки зерна пшениці до диспергування

Для проведення досліджень по вдосконалюванню технології хліба з нелущеного зерна пшениці була використана технологічна схема підготовки зерна пшениці до диспергування, представлена на рис. 3.1.

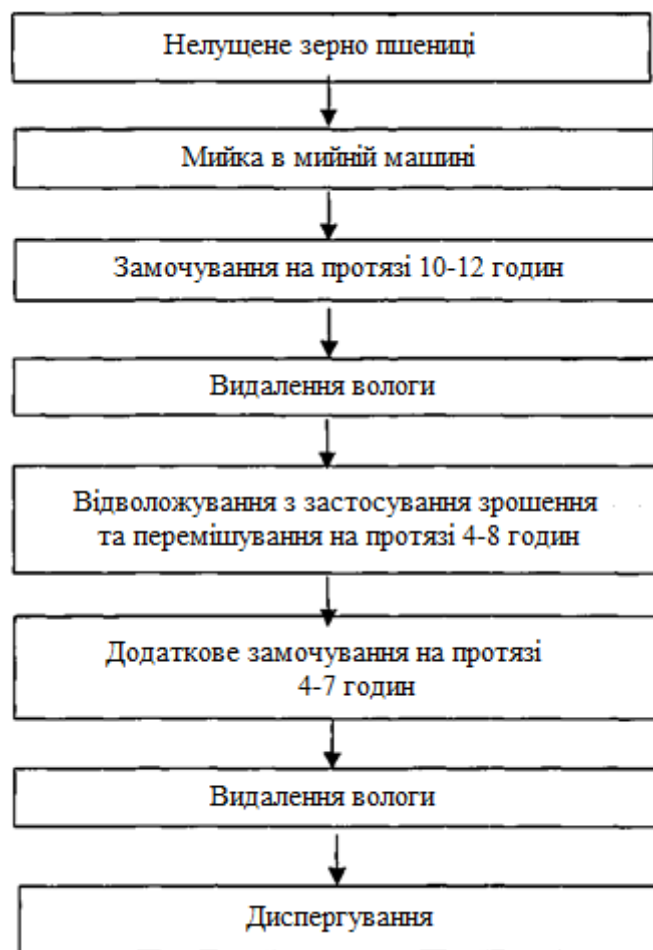


Рисунок 3.1 – Технологічна схема підготовки зерна пшениці до диспергування

Очищене від домішок зерно пшениці спочатку направляли в мийну машину, де його промивали водою, після цього зерно поміщали в чан. У чані зерно підготовляли в три етапи. На першому етапі зерно заливали водопровідною водою, тобто проводили замочування, яке тривало 10 – 12 годин. Після закінчення

10 – 12 годин воду замочування зливали. На другому етапі підготовки зерно відволожували й зрошували водою протягом 4 – 8 годин за допомогою форсунок для підтримки необхідної вологості, щоб зерно не підсихало. Також на другому етапі зерно перемішували з метою аерації й видалення продуктів дихання. На третьому етапі підготовки зерно повторно замочували водою для його додаткового набрякання. Тривалість повторного замочування зерна становила від 4 – 7 годин залежно від температури. Завдання такої обробки полягає в спрямованій зміні вихідних властивостей зерна. При цьому зерно зазнає такого перетворення, що при надхлденні зерна на диспергування воно легко подрібнюється й маса виходить однорідної.

Такий фактор, як тривалість зволоження зерна, має істотне значення, тому що біохімічні процеси, що відбуваються, при зволоженні викликають зміну структури й хімічного складу зерна [4]. Тому загальну тривалість зволоження змінювали в інтервалі від 15 до 27 годин.

Температура, як фактор, також впливає на зміну структури й хімічного складу зерна пшениці при зволоженні. Температуру процесу змінювали від 15 до 30 °С. Обрані фактори впливають на біохімічні процеси, що відбуваються в зерні при зволоженні, і призводять до одержання структури зерна, що легко роздавлюється при диспергуванні.

Зерно, що пройшло підготовку, звільняли від зайвої води й піддавали здрібнюванню на диспергаторі, при цьому одержували дисперговану зернову масу.

3.1.2 Зміна показників якості зерна пшениці на етапі підготовки до диспергування

Параметрами, що визначають режим підготовки зерна, є температура, тривалість зволоження й склад середовища замочування. Для виявлення параметрів процесу підготовки зерна пшениці до диспергування й устанавлення його загальних закономірностей був досліджений вплив тривалості підготовки

зерна пшениці, температури й складу води для замочування на вологість, кислотність, вміст клейковини і її якість, вміст білка, вміст цукрів і крохмалю.

Попередніми експериментами було встановлено, що область варіювання для температури води для замочування може бути прийнято від 15 до 30 °С. При температурі води нижче 15 °С значно зростає тривалість підготовки зерна, тому що поглинання води й розвиток біохімічних процесів у зерні йде повільно. При температурі понад 30 °С швидкість біохімічних процесів, що відбуваються при підготовці зерна, зростає, що приводить до проростання зерна й погіршенню його хлібопекарських властивостей навіть при невисокій вологості, а також відбувається більший розвиток сторонньої мікрофлори.

Тривалість підготовки зерна становила від 15 до 27 годин.

При тривалості підготовки зерна менше 15 годин ступінь набрякання зерна був недостатній, зерно погано зазнало диспергування.

При тривалості підготовки зерна більш 27 годин вологість зерна практично більше не змінювалася, але відбувалося значне погіршення хлібопекарських властивостей.

Зміна вологості зерна пшениці в процесі підготовки. Зерно – живий організм і всі процеси, що відбуваються в живих організмах, властиві й зерну – дихання, обмін з навколишнім середовищем, розпад одних і синтез інших речовин. Сухе зерно перебуває в стані анабіоза. Підвищення вологовмісту й температури в зерні веде до прояву фізіологічної активності. На думку Кретовича В.Л., підвищення вологості зерна понад 15 % приводить до зміни структурномеханічних і біохімічних властивостей зерна. Ступінь поглинання й асиміляції тканинами зерна води залежить від кількості води, що додається, сорбційної здатності тканин зерна, температури процесу й тривалості обробки [30].

У роботі проведені дослідження кінетики зміни вологості зерна пшениці W/t . Зерно зволожили при температурі води для замочування 15, 20, 25 і 30 °С. Тривалість підготовки зерна змінювали від 15 до 27 годин. Проби відбирали кожні 3 години підготовки зерна.

Результати впливу тривалості підготовки зерна й температури води на швидкість зміни вологості зерна представлено на рисунку 3.1.

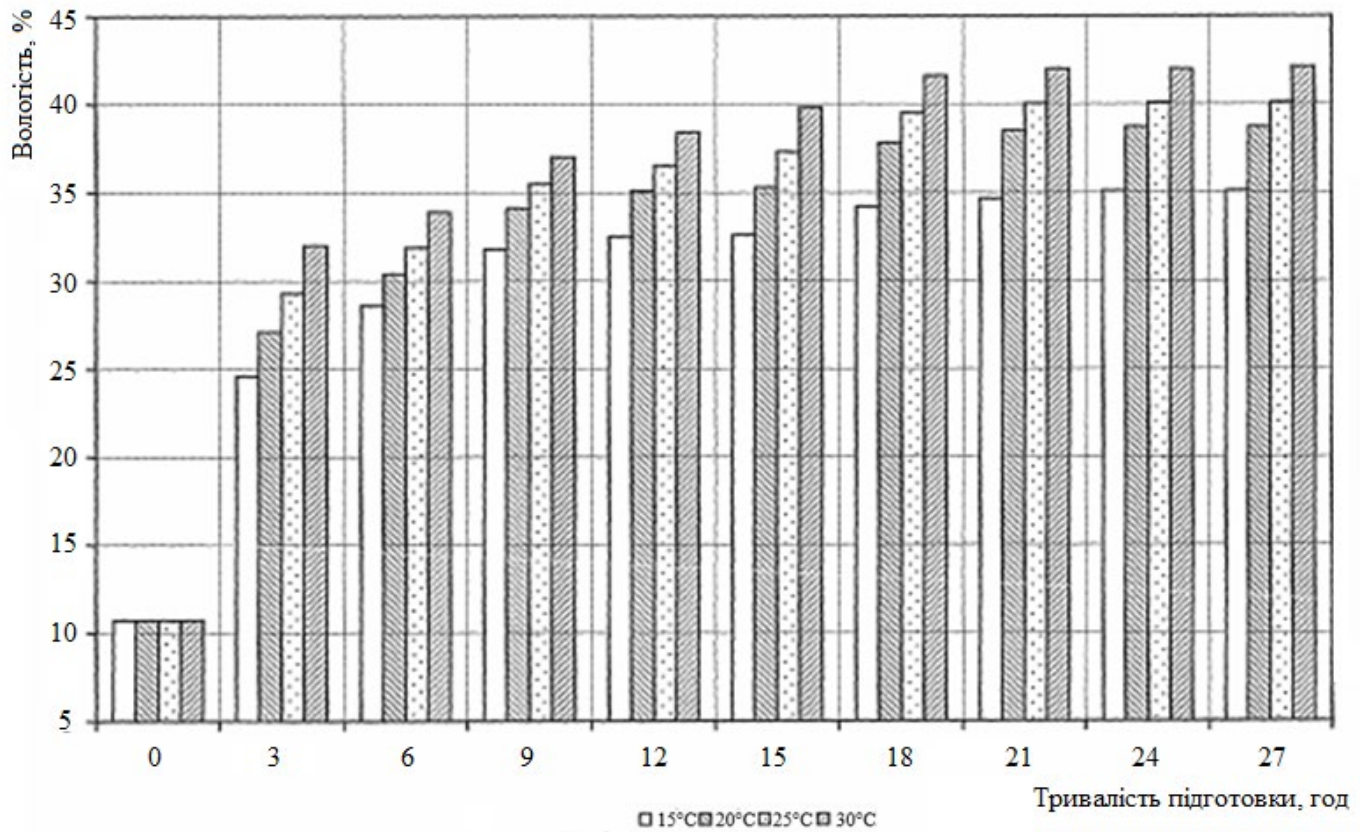


Рисунок 3.1 – Зміна вологості зерна пшениці на етапі підготовки до диспергування

Відомо, що не лущене біологічно активне зерно пшениці поглинає воду в основному через тканини зародка й меншою мірою через іншу поверхню зерна. У результаті вода дифундує в тіло зернівки. З підвищенням температури води для замочування наростання вологості відбувається інтенсивніше. Це пояснюється інтенсифікацією процесу проникнення води в зерно, тому що прискорюється процес набрякання органічних колоїдів, протеїнів, крохмалю, гемицеллюлоз [4].

Аналіз експериментальних даних дозволяє виділити три періоди зміни вологості зерна.

У перші години підготовки при всіх температурних режимах відбувається різке збільшення вологості сухого зерна, що пов'язане з інтенсивною гідратацією в першу чергу, зародка, а також тканин плодової й насінневої оболонок і

алейронового шару. Цей період відповідає тривалості підготовки 0 – 3 годин і характеризується стрибкоподібним зростанням вологості зерна при всіх температурних режимах, при цьому підвищення температури води для замочування прискорює швидкість поглинання вологи зерном.

Так, вологість зерна, замоченого при температурі 20 °С, через 3 години збільшується на 16,4 %, а при температурі 30 °С – на 21,3 %. У цьому періоді нерівномірний розподіл вологи по перетину зерна приводить до виникнення в зернівці напруг.

У другому періоді в інтервалі 3 – 15 годин швидкість поглинання вологи зерном трохи знижується. Очевидно, зв'язане це з тим, що поглинання вологи ендоспермом стримується набряклими оболонками й периферійними шарами зерна. Як відомо, компоненти алейронового шару мають значну вологовбиральну здатність і в набряклому стані заклинюють мікрокапіляри ендосперму, що ускладнює поглинання ними води. У другому, періоді виниклі в тілі зернівки напруги досягають закритичних значень, ендосперм розколюється мікротріщинами. Волога швидко переміщається по мікротріщинах усередину ендосперму. Велика кількість вологи в зерні приводить до інтенсивного розвитку біохімічних процесів [4].

У третьому періоді відбувається поступовий розподіл вологи по анатомічних частинах зерна в рівноважному співвідношенні відповідно до їхніх структурних особливостей і термодинамічними характеристиками вологопереносу. Макромолекули білків і вуглеводів поступово приймають рівноважну конформацію, у зв'язку із чим напруги в зернівці поступово релаксують. Наростання вологості вповільнюється [4].

Характер зміни вологості при всіх температурних режимах однаковий, тобто зі збільшенням тривалості підготовки швидкість зміни вологості знижується.

Таким чином, при підготовці зерна протягом 27 годин вологість зерна при різних температурних режимах досягає 35,1 – 42,3 %.

При тривалості підготовки менш 18 годин відбувається недостатнє набрякання периферійних і внутрішніх частин зерна, особливо при температурі 15 °С – вологість зерна досягає лише 34,2 %.

При тривалості підготовки зерна більш 24 годин збільшення вологості йде незначно, що очевидно пов'язане з досягненням насичення. Більш тривала підготовка недоцільна, тому що вода активно включається в обмін речовин кліток тканин зернівки, і це веде до значного проростання зерна.

Крім того, у результаті проведених досліджень встановлене, що зміна тривалості зволоження зерна може варіювати на величину 2 – 3 години. При цьому загальна експозиція підготовки повинна становити 18 – 24 години.

Зміна кислотності зерна пшениці в процесі підготовки. Кислотність зерна є важливим показником якості.

Кислотність залежить від: кількості білків, що містять карбоксильні групи, що зв'язують луки; від наявності жирних кислот, що звільняються в результаті розщеплення жирів; від вмісту фосфорної кислоти і її з'єднання; від наявності оцтової, молочної, яблучної й інших органічних кислот [4].

Оскільки кислотність хліба є нормованим показником і залежить не тільки від ведення процесу тістоприготування, але й від кислотності вихідної сировини, у нашому випадку, зерна, ми досліджували зміну кислотності зерна пшениці в процесі підготовки до диспергування.

Зміну кислотності зерна досліджували при зволоженні зерна протягом 0 – 27 годин, при цьому змінювали температуру води для замочування з 15 до 30 °С. Проби для досліджень відбирали кожні три години зволоження. Результати представлено на рисунку 3.2.

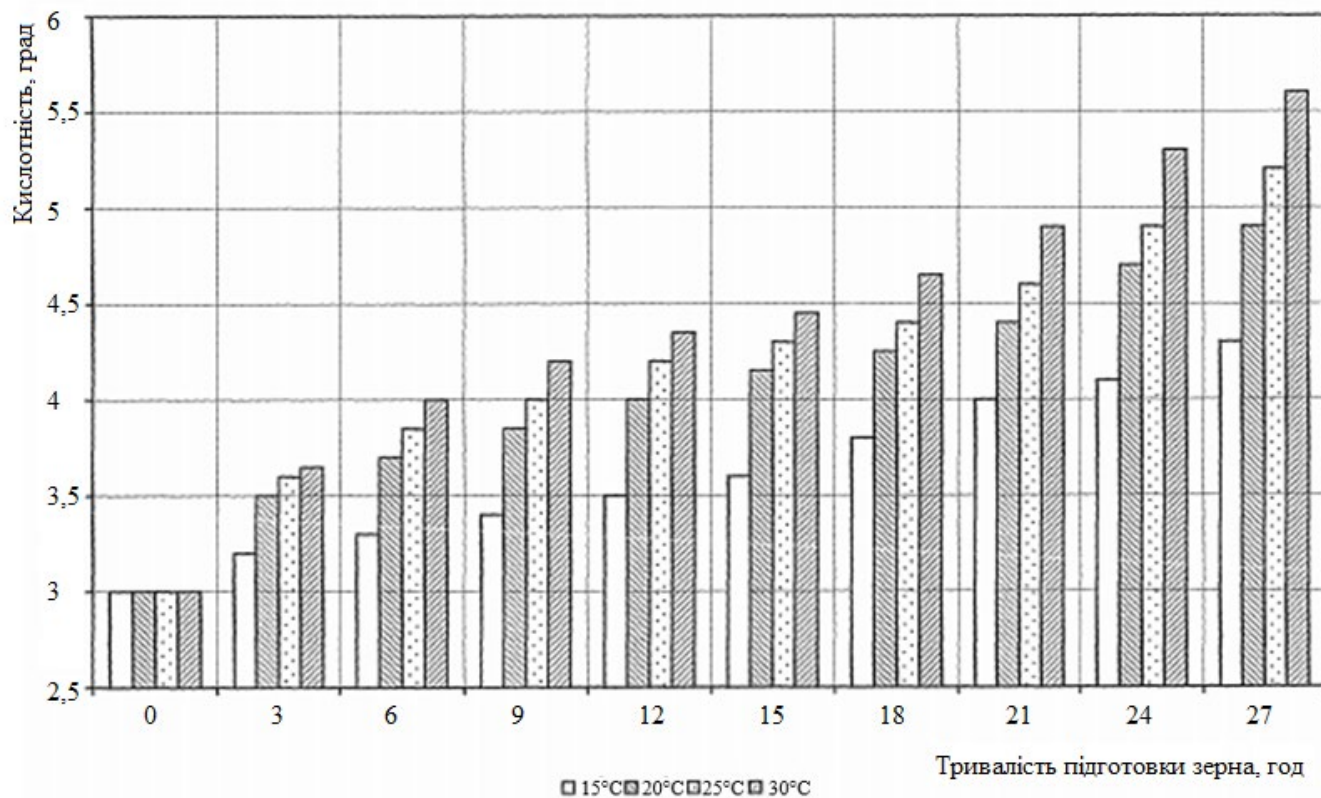


Рисунок 3.2 – Зміна кислотності зерна на етапі підготовки зерна

Аналіз діаграми показує, що характер зміни кислотності зерна при всіх температурних режимах однаковий – тобто із часом кислотність зростала. При цьому, чим вище температура води, у якій витримували зерно, тем швидше наростала кислотність. Так, при підготовці зерна при температурі води 15 °С кислотність зростала незначно й досягла через 27 годин 4,3 градуса.

Очевидно, позначається гальмуюча дія низької температури середовища на розвиток біохімічних і мікробіологічних процесів.

При підготовці протягом 27 годин при температурі 20 °С кислотність досягала значення 4,9 градуса, а при температурі 30 °С – 5,6 градусів. Очевидно, з підвищенням температури середовища прискорюється розчинення кислих фосфатів, розщеплення білкових речовин і утворення органічних кислот [12, 28].

Зміна кількості і якості клейковини в зерні при підготовці до диспергування. Для хлібопекарської гідності пшениці винятково важливе значення має вміст клейковини і її якість. Ці показники зерна пшениці обумовлені станом білково-протеїназного комплексу.

При підготовці пшениці до диспергування відбувається активізація ферментних систем зерна. Очевидно, підвищення активності протколітичних ферментів може привести до зміни стану білкових речовин.

Проведені дослідження показали, що зміна кількості сирої клейковини при підготовці до диспергування залежить від тривалості підготовки й температури води для замочування. Результати представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив тривалості підготовки і температури води для замочування на кількість і якість клейковини

Показники	Тривалість підготовки, год									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
При температурі води для замочування 15 °С										
Вміст сирої клейковини, %	26,8	26,7	26,5	26,6	26,4	26,3	26,4	26,3	26,2	26,0
Якість клейковини, ум.од.	65,0	65,0	66,0	67,5	68,0	68,5	68,0	69,0	69,5	70,0
При температурі води для замочування 20 °С										
Вміст сирої клейковини, %	26,8	26,7	26,5	26,4	26,2	26,3	26,4	26,2	26,2	25,9
Якість клейковини, ум.од.	65,0	65,0	67,0	67,5	69,0	69,0	70,0	70,0	72,0	72,5
При температурі води для замочування 25 °С										
Вміст сирої клейковини, %	26,8	26,7	26,8	26,9	26,6	26,5	26,5	26,0	25,9	25,5
Якість клейковини, ум.од.	65,0	66,0	67,5	68,0	69,0	70,0	72,5	75,0	75,0	76,0
При температурі води для замочування 30 °С										
Вміст сирої клейковини, %	26,8	26,7	26,9	27,1	27,4	26,5	26,1	26,0	25,6	25,4
Якість клейковини, ум.од.	65,0	71,0	75,0	77,5	77,5	75,0	72,5	72,5	70,0	67,5

Нами досліджений вплив тривалості підготовки й температури води для замочування на кількість і якість клейковини. Зміна вмісту клейковини і її якості визначали через кожні 3 години зволоження протягом 0 – 27 годин, при цьому змінювали температуру води для замочуванням з 15 до 30 °С.

Встановлено, що кількість клейковини в процесі підготовки не значно знижувалося при всіх температурних режимах.

Характер зміни кількості сирої клейковини мав однакову спрямованість при температурі 15 °С, 20 °С і 25 °С – вміст клейковини незначно знижувався із часом, і до кінця підготовки становив відповідно на 0,8 %, 0,9 % і 1,3 % менше, чим у вихідному зерні. При температурі 30 °С вміст клейковини в перші 12 годин підготовки зростало на 0,8 %, а потім знижувалося на 1,4 %.

Збільшення вмісту вільного відновленого глютаїону в зародку при його активізації приводить до активізації протеолітичних ферментів зерна, у фракціях клейковинних і неклейковинних білків відбувається відновлення дисульфідних зв'язків і збільшення кількості сульфгідрильних груп. Імовірно, це і є причиною деякого зниження вмісту клейковини при всіх температурних режимах [17, 20].

Пружні властивості клейковини зерна при всіх температурних режимах змінювалися у бік ослаблення. Так, при температурі 20 °С, 25 °С и 30 °С якість клейковини змінилася відповідно на 7,5, 11,0 і 2,5 умовних одиниць приладу за весь етап підготовки. Незважаючи на зміни пружних властивостей, по якості клейковина залишалася в межах однієї й тієї ж якісної групи.

Для виробництва хліба може використовуватися зерно пшениці із клейковиною, якість якої повинна бути не нижче 2 групи.

Однак, до 2 групи якості вноситься зерно, що має як задовільно міцну (20 – 40 умовних одиниць), так і задовільно слабку клейковину (80 – 100 умовних одиниць).

З метою вивчення можливості використання пшениці різної по силі для виробництва зернового хліба, досліджували ступінь зміни кількості і якості клейковини двох проб зерна пшениці, що відрізняються по кількості і якості клейковини, але приналежних до 2 групи якості. Дослідження проводили при

температурі води для замочування рівній 20 °С і тривалості підготовки 24 години. Отримані результати показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вплив властивостей клейковини на їх зміну при підготовці

Показники	Тривалість підготовки, год									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Проба №1										
Вміст клейковини, %	24,0	24,3	24,1	24,4	23,9	24,0	24,5	23,8	23,5	23,3
Якість клейковини, ум. од.	40,0	41,0	43,0	4,0	43,0	41,0	44,0	46,0	46,0	46,0
Проба №2										
Вміст клейковини, %	28,0	28,1	28,4	28,4	28,0	28,0	27,7	27,4	26,6	26,1
Якість клейковини, ум. од.	80,0	80,0	81,0	83,0	83,0	85,0	90,0	91,0	93,0	93,0

За результатами досліджень, представленим у таблиці 3.2, видно, що більш помітне зниження кількості клейковини й погіршення її якості спостерігалася в другій більш слабкій пробі – кількість поменшалася на 1,9 %, а якість змінилася на 13 умовних одиниць.

Зміни кількості і якості клейковини в 1 партії практично не спостерігалися, хоча й помітно деяке зниження кількості й ослаблення клейковини до кінця процесу замочування.

Відомо, що сила клейковини пов'язана із щільністю й міцністю упакування її білкової речовини в його третинній і четвертинній структурі, обумовленої кількістю дисульфідних, водневих і інших зв'язків. Чим міцніше упакування, тем менше дисульфідних зв'язків може бути зруйноване при активізації ферментних комплексів зерна, і тим меншою мірою відбувається ослаблення якості

клейковини [12]. Імовірно, по цим причинам, у більш слабкій партії відбуваються більш істотні зміни якості й кількості клейковини. Проте, хоча клейковина в обох партіях ставала менш пружною, більш розтяжною, однак по якості вона залишалася в межах однієї якісної групи.

Таким чином, на етапі підготовки зерна пшениці до диспергування протягом 27 годин відбувалося значне збільшення вологості зерна до 35,1 – 42,2 %, кислотності до 4,3 – 5,6 градусів залежно від температури води для замочування в інтервалі 15 – 30 °С. При цьому активність ферментів зростала, однак не перевищувала встановлених нормативів. Спостерігалось деяке зниження кількості клейковини й ослаблення її пружних властивостей, однак по якості клейковина залишалася в межах однієї якісної групи.

3.1.3 Вплив складу середовища замочування на біохімічні властивості зерна пшениці

Для зниження мікробіологічного забруднення зерна й напівфабрикатів у подальших дослідженнях вносили оцтову кислоту в воду для замочування. Зерно пшениці замочували протягом 0 – 24 годин при температурі 20 °С. Концентрацію оцтової кислоти змінювали в інтервалі 0 – 0,5 %. Перевищення концентрації оцтової кислоти більш 0,5 % недоцільно, тому що це може призвести до загибелі зародка зерна [25]. У процесі зволоження зерна через кожні 3 години замочування вивчали вплив додавання оцтової кислоти на зміну вологості, кислотності зерна, а також на зміну вуглеводного комплексу.

Результати впливу оцтової кислоти на зміну вологості й кислотності зерна при замочуванні представлено в таблиці 3.3.

Аналіз таблиці показує, що швидкість поглинання вологи зерном при замочуванні в розчинах оцтової кислоти знижується в порівнянні зі швидкістю поглинання вологи зерном при замочуванні у водопровідній воді. Так, при зволоженні зерна протягом 6 годин, вологість зростає на 19,4% при концентрації оцтової кислоти 0,2 %, і на 18,3 % при концентрації оцтової кислоти 0,3 %.

Таблиця 3.3 – Вплив середовища замочування на зміну вологості й кислотності зерна

Найменування показників	Тривалість замочування, год								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Концентрація оцтової кислоти 0,1 %									
Вологість, %	10,7	26,7	30,2	33,6	35,8	37,3	38,2	38,4	38,5
Кислотність, град.	3,0	3,7	4,0	4,1	4,2	4,3	4,6	5,0	5,0
Концентрація оцтової кислоти 0,2 %									
Вологість, %	10,7	26,5	30,1	32,9	35,1	36,8	38,0	38,2	38,3
Кислотність, град.	3,0	3,7	4,1	4,3	4,3	4,5	4,7	5,2	5,2
Концентрація оцтової кислоти 0,3 %									
Вологість, %	10,7	26,3	29,0	32,0	34,3	35,3	37,3	37,5	37,9
Кислотність, град.	3,0	3,8	4,2	4,5	4,6	4,6	4,8	5,2	5,5
Концентрація оцтової кислоти 0,5 %									
Вологість, %	10,7	26,0	29,1	31,7	33,6	34,8	36,3	37,0	37,5
Кислотність, град.	3,0	3,9	4,3	4,7	4,8	5,0	5,6	6,1	6,2

Наприкінці зволоження вологість зерна, замоченого у воді з додаванням оцтової кислоти концентрацією 0,2 %, перевищує вологість зерна, замоченого у воді з додаванням оцтової кислоти концентрацією 0,5 % на 0,9 %. Імовірно, оцтова кислота створює деякий бар'єр, що перешкоджає проникненню вологи в зернівку, що узгоджується з літературними даними [25].

При замочуванні зерна створюється різниця між концентрацією води, що оточує зерно, внаслідок чого вода починає проникати усередину клітин.

Вода дифундує в зерно по тонких капілярах – трахеїдам зародкової частини. При цьому в зерно разом з водою проникає, що втримуються в ній молекули багатьох кислот і лугів. Оболонки погано пропускають вільні іони H^+ , і OH^- , оксиди органічних кислот. Проникність оболонок зерна для різних солей залежить від концентрації солей в окремих клітинах, рН середовища і явищ, властивих напівпроникним оболонкам – осмодифузії, ультрафільтрації [25].

Значення вологості зерна при замочуванні у воді з додаванням оцтової кислоти концентрацією 0,2 % у порівнянні з вологістю зерна, замоченому у воді, нижче на 0,3 % (відповідно 38,4 % і 38,7 %).

Наростання кислотності зерна при замочуванні в розчинах оцтової кислоти відбувається набагато інтенсивніше, чим при замочуванні у водопровідній воді. Кислотність зерна через 24 години зволоження у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти на 1,1 градус нижче, ніж при замочуванні у воді з додаванням 0,5 % оцтової кислоти.

Очевидно, що зі збільшенням концентрації оцтової кислоти в воді для замочування, швидкість наростання кислотності збільшується. Безсумнівно, кислота проникає у середину зерна, а потім бере участь у реакції нейтралізації луку при визначенні кислотності.

Значна кислотність зерна при замочуванні у воді з додаванням 0,3 % і 0,5 % оцтової кислоти небажана, тому що високий вміст оцтової кислоти може додати гострокислий смак зерновому хлібу.

Таким чином, проведені дослідження показали, що в середовищі з додаванням оцтової кислоти нагромадження вологи відбувалося меншою мірою за досліджуваний проміжок часу, а кислотність зерна нароста інтенсивніше.

Вплив тривалості підготовки зерна й складу середовища замочування на зміну вмісту клейковини й білкових речовин у зерні пшениці. Для хлібопекарської гідності пшениці істотне значення має зміна вмісту і якості клейковини й азотсовмісних речовин. Для вивчення зміни вмісту клейковини і її якості при замочуванні зерна у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти, зерно пшениці зволожили протягом 0 – 24 годин при температурі 20 °С. Порівняльні результати представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вплив тривалості підготовки й середовища замочування на зміну клейковини й білкових речовин у зерні

Найменування показників	Тривалість замочування, год								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
	Замочування у воді								
Вміст клейковини, %	26,8	26,7	26,5	26,4	26,2	26,3	26,4	26,2	26,2
Якість клейковини, ум. од. ІДК	65,0	65,0	67,0	67,5	69,0	69,0	70,0	70,0	72,0
	Замочування у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти								
Вміст клейковини, %	26,8	26,6	26,5	26,4	26,3	26,1	26,1	25,8	25,6
Якість клейковини, ум. од. ІДК	65	65	64	63	62,5	62,5	61	61	60

Установлене, що зміна кількості сирії клейковини при підготовці до диспергування залежить від складу води для замочування й тривалості підготовки.

При підготовці зерна у водопровідній воді й у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти протягом 12 годин кількість клейковини практично залишалася на вихідному рівні. При подальшій підготовці спостерігалось деяке зниження кількості клейковини, причому кількість клейковини знижувалася більшою мірою в зерні, замоченого в розчині оцтової кислоти. Це цілком зрозуміло, тому що в міру зволоження підвищується кислотність зерна, і при обробці водою все більша кількість гліадини переходить у розчин [27]. Є підстави вважатися, що за час замочування відбувається деполімеризація білка, імовірно, у першу чергу глютеніна, з утворенням молекул меншого розміру. Цей процес може бути викликаний діяльністю власних протеолітичних ферментів борошна, активність яких підвищується зі збільшенням вологості зерна. Так через 24 години підготовки кількість клейковини зерна, замоченого у водопровідній воді, знизилася на 0,6 % і склало 26,2 %, а зерна, замоченого у воді з додаванням оцтової кислоти, знизилася на 1,2 % і склало 25,6 %. Таким чином, за 24 години підготовки кількість клейковини знижувалася, але незначно. У зерні, замоченого

у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти, відбувалося зміцнення пружних властивостей клейковини з 65 умовних одиниць до 60 умовних одиниць, очевидно в результаті зростання кислотності зерна, що замочується. Незважаючи на зміни пружних властивостей, по якості клейковина залишалася в межах однієї й тієї ж якісної групи.

Вміст азотистих з'єднань змінюється в процесі замочування дуже незначно, що свідчить про відсутність глибокого розпаду білка. Результати, представлені в таблиці 3.5, наочно показують, що при замочуванні зерна у воді й у розчині оцтової кислоти практично не відбувається зниження вмісту білкових речовин.

Таблиця 3.5 – Зміна вмісту білкових речовин на етапі підготовки зерна до диспергування

Найменування показників	Тривалість замочування, год								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
	Замочування у воді								
Вміст білка, %	13,2	13,2	13,1	13,0	13,0	12,9	13,0	12,9	13,1
	Замочування у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти								
Вміст білка, %	13,2	13,2	13,0	13,0	12,9	12,9	12,8	12,9	12,8

Таким чином, застосування оцтової кислоти при підготовці зерна не приводить до значної зміни вмісту білкових речовин у зерні.

3.2 Дослідження процесу виробництва тіста й хліба з диспергованого зерна пшениці

Аналіз літературних джерел показав, що незважаючи на значну кількість досліджень різних способів готування хліба з диспергованого зерна пшениці, немає повної ясності в понятті про якість зерна, використовуваного для виробництва цього хліба. Для правильного ведення технологічного процесу й одержання хліба високої якості зерно пшениці повинне мати певні властивості. Крім того, хліб із цілого зерна – це досить груба їжа, тому необхідно

досліджувати можливість уведення різних добавок для поліпшення текстури м'якушки. Крім цього, залишаються недостатньо дослідженими біохімічні й фізичні процеси, що відбуваються на етапах замісу й дозрівання тісту. Тому в даному розділі нами проведені деякі дослідження з вивчення впливу вихідної сировини на процес тістоприготування і якість хліба з диспергованого зерна пшениці.

3.2.1 Вплив якості зерна пшениці на органолептичні й фізико-хімічні показники хліба

Для вивчення впливу властивостей зерна пшениці на якість зернового хліба, проводили випічки хліба, використовуючи 4 проби зерна пшениці, з яких проби 1, 2, 3 – пшениця 3 класу, а проба 4 – пшениця 4 класу (таблиця. 2.1). Рецептатура хліба представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Рецептатура хліба з диспергованого зерна пшениці

Найменування сировини й напівфабрикатів	Витрата сировини й напівфабрикатів, кг			
	Проба			
	1	2	3	4
Дисперговане зерно пшениці	100	100	100	100
Дріжджі пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль поварена харчова	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода	З розрахунку			

Проба 1 – із пшениці проби 1; проба 3 – із пшениці проби 3;

Проба 2 – із пшениці проби 2; проба 4 – із пшениці проби 4.

Тісто замішували безопарним способом вологістю 47,0 %. тістоприготування й випічку хліба проводили при наступних однакових параметрах: тривалість бродіння тісто при температурі 32 °С становила 120 хв, тривалість вистоювання при температурі 35 °С и відносної вологості повітря 80 % - 50 хв, тривалість випічки при температурі 230 градусів – 35 хвилин.

Якість хліба вивчали після закінчення 12 годин після випічки. Результати досліджень представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вплив якості зерна пшениці на якість хліба

Найменування показників	Значення показників			
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
Форма	правильна	правильна	правильна	правильна
Стан скоринки	шорсткувата, випукла	шорсткувата з наявністю здуттів	шорсткувата	шорсткувата, плоска
Колір кірки	коричневий	коричневий	коричневий	коричневий
Стан м'якушки	сухий на дотик, досить еластичний	сухий на дотик, не досить еластичний	сухий на дотик, еластичний	малоеластичний, вологий на дотик, липкуватий
Пористість	розвинена, середня, рівномірна	розвинена, середня, рівномірна	розвинена, середня, рівномірна	нерозвинена
Питомий об'єм, см ³ /г	1,67	1,58	1,80	1,38
Формостійкість Н/D	0,44	0,43	0,47	0,28
Вологість м'якушки, %	46,6	46,8	46,4	46,9
Кислотність, градесd	2,6	2,7	2,7	2,8
Пористість, %	55,0	53,0	58,0	49,0

У результаті проведених досліджень встановлено, що якість вихідного зерна пшениці, особливо кількість клейковини і її якість, значно впливало на органолептичні й фізикохімічні показники випеченого хліба.

Максимальним питомий об'єм був у проби 3, випеченої із пшениці 3 партії, і становив $1,80 \text{ см}^3/\text{г}$. Пористість цього зразка була найбільшою й становила 58,0 %. Кращі показники цієї проби легко пояснити, тому що пшениця 3 партії містила високу кількість клейковини 28 %, по якості 80 ум. од (задовільно слабка). Як відомо, саме кількість клейковини і її якість визначає газостримуючу здатність тісту, а отже, і об'єм хліба.

Крім того, як було встановлено раніше в пункті 2.1, вихідний вміст клейковини і її якість впливає на ступінь зміни показників клейковини в процесі підготовки.

Більш низький вміст клейковини в пшениці партії 1 привів до одержання хліба із трохи меншим питомим об'ємом, рівним $1,67 \text{ см}^3/\text{г}$ і пористістю 55 %, однак за органолептичними показниками проба 1, так само як і проба 3 була кращою.

Використання пшениці партії 4, що ставиться по кількості клейковини до 4 класу, дало хліб з липкою, нееластичною м'якушкою, нерозвиненою пористістю. Питомий об'єм цієї проби на 25,3 % був нижче кращого зразка, пористість знизилася на 11 %.

Чим більше містилося клейковини у вихідному зерні пшениці, тим вище відзначалася формостійкість подових зразків. Впливу якості зерна пшениці досліджуваних проб на кислотність хліба виявлене не було.

Таким чином, проведені дослідження встановили значний вплив якості вихідного зерна на органолептичні й фізико-хімічні показники хліба. Найбільш важливими показниками якості зерна пшениці, що визначають якість випеченого хліба, є кількість і якість клейковини.

Установлено, що для готування хліба з не лущеного диспергованого зерна пшениці можна використовувати пшеницю не нижче 3 класу, причому вміст клейковини не повинний бути нижче 24,0 %. По якості клейковина повинна відповідати вимогам ГОСТ 9353-90.

3.2.2 Вплив співвідношення рецептурних компонентів на властивості тіста і якість хліба з диспергованого зерна

Вплив додавання пшеничного борошна на властивості тіста і якість хліба з диспергованого зерна. Хліб, що пригтовляється за пропонованою технологією, характеризується, у порівнянні із хлібом із пшеничного борошна, менш розвинутою пористістю, більш низьким значенням питомого об'єму, менш еластичною м'якушкою, що, мабуть, обумовлене використанням при замісі тіста зернової маси, що відрізняється наявністю відносно великих часток диспергованого зерна.

Під час диспергування відбувається процес руйнування структури зерна. частки, що утворюються при цьому, мають досить великі розміри в порівнянні із частками борошна. Відомо, що розміри часток суттєво впливають на хід протікання в тісті біохімічних і колоїдних процесів, а отже, на властивості тіста і якість хліба. Зазначені фактори в сукупності з підвищеним вмістом у зерновій масі набряклих і частково пептизованих білкових речовин, пентозанів і часток висівок можуть виявляти перешкоду створенню міцного клейковинного каркаса теста.

Для поліпшення якості хліба з не лущеного зерна пшениці вивчали можливість заміни частини диспергової зернової маси пшеничним борошном.

Попередніми експериментами встановили, що внесення пшеничного борошна вищого й першого сортів у кількості 5 – 25 % приводить до поліпшення показників якості хліба: зростає значення питомого об'єму хліба в порівнянні з контрольним зразком, значення пористості. Підвищується кислотність хліба. Використання пшеничного борошна 2 сорту не привело до поліпшення показників якості випеченого хліба.

Таким чином, при виробництві хліба з не лущеного диспергованого зерна доцільна заміна частини зернової маси пшеничним борошном вищого й першого сортів, що приводить до значного поліпшення якості хліба. Оскільки використання борошна пшеничного 1 сорту більш економічно в порівнянні з

борошном вищого сорту, далі в роботі всі дослідження проводили з борошном 1 сорту.

Нами вивчений вплив пшеничного борошна 1 сорту й тривалості бродіння тіста на його властивості і якість хліба. Хліб готували по рецептурі, представленій у таблиці 3.8. Частку пшеничного борошна 1 сорту в тісті змінювали від 0 до 25 %. Тісто замішували безопарним способом. Вологість тіста становила 46,5 %.

Таблиця 3.8 – Рецептура хліба з диспергованого зерна з додаванням пшеничного борошна 1 сорту

Найменування сировини й напівфабрикатів	Витрата сировини й напівфабрикатів, кг					
	Проба					
	1	2	3	4	5	6
Маса диспергованого зерна	100	95	90	85	80	75
Борошно пшеничне	0	5	10	15	20	25
Дріжджі пресовані	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Сіль поварена харчова	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода	З розрахунку					

проба 1 – контроль(без додавання борошна); проба 2 – з додаванням 5 % борошна; проба 3 – з додаванням 10 % борошна; проба 4 – з додаванням 15 % борошна; проба 5 – з додаванням 20 % борошна; проба 6 – з додаванням 25 % борошна.

Для реалізації поставленої мети були вивчені зміна кислотності й піднімальної сили тіста у взаємозв'язку з динамікою швидкості газоутворення тіста, структурно-механічними властивостями тіста в процесі замісу й бродіння і якістю хліба.

Після замісу зернове тісто являло собою грузлу, пластичну, мало еластичну масу, тоді як тісто з додаванням пшеничного борошна ставало більш еластичним.

Очевидно, у зерновому тесті значна частина білків у результаті протеолізу пептизується й переходить у стан густого колоїдного розчину, що становить основу рідкої фази тіста. Додавання пшеничного борошна сприяло створенню більш міцної просторової пружно-еластичної сітки структурного каркаса тіста.

Найважливішим фактором, що визначає хід біохімічних процесів у зерновому тісті, є кислотність і її зміна із часом і залежно від умов зовнішнього середовища. Протікання колоїдних і біохімічних процесів, що обумовлюються властивості тіста, а отже, і якість готового хліба, багато в чому залежить від кислотності. При підвищенні кислотності можливе ослаблення активності амілолітичних ферментів уже на стадії бродіння, прискорюються процеси набрякання й пептизації білкових речовин, що впливає на газоутримувальну здатність тіста. Кислотність є також найважливішим фактором, що визначає смак і аромат хліба [12]. Тому нам представлялося цікавим вивчити динаміку зміни кислотності в процесі бродіння тіста з різним дозуванням пшеничного борошна (рис. 3.3). Проби тіста для вивчення зміни кислотності й піднімальної сили відбирали через кожні 0,5 год бродіння.

Як показали результати досліджень, представлені на діаграмі 3.3, кислотність усіх досліджуваних проб зростала в досліджуваній період бродіння тіста. Швидкість наростання кислотності в проб з додаванням 15 – 25 % пшеничного борошна замість зернової маси випереджала швидкість наростання кислотності контрольної проби й проб з додаванням 5 – 10 % борошна. Максимальна кислотність через 120 хвилин бродіння спостерігалася в пробі з додаванням 25 % пшеничного борошна й становила 3,4 градуси, тоді як у контрольної проби кислотність не перевищувала 2,5 градуса.

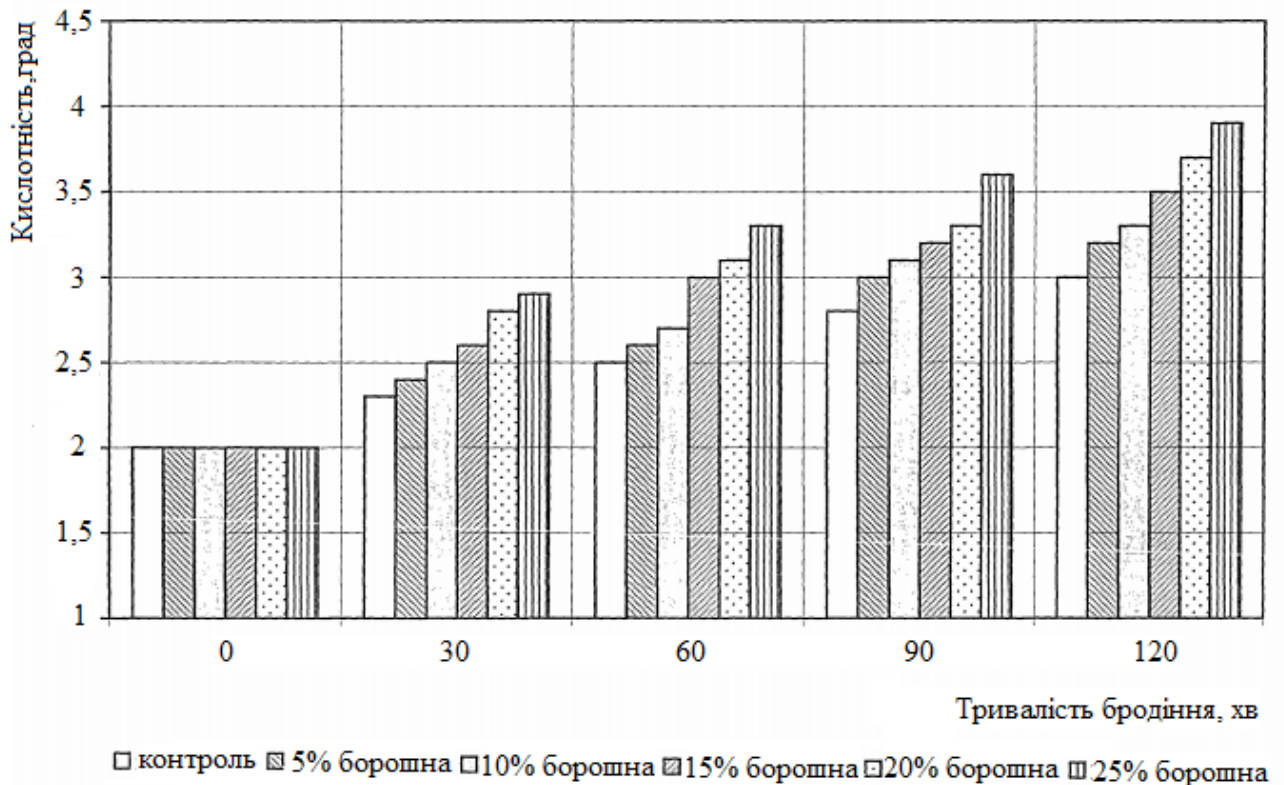


Рисунок 3.3 – Вплив пшеничного борошан на зміну кислотності тіста в процесі бродіння

Що відбуваються зміни в процесі бродіння тіста обумовлені більш інтенсивними біохімічними й мікробіологічними процесами, швидкість яких зі збільшенням кількості внесеного борошна зростала. Пшеничне борошно в порівнянні з диспергованою зерною масою містить більш дрібні частки крохмалю й білкових речовин, що відповідно легше піддаються дії ферментів. Відносне зменшення кількості великих часток висівок, гемицеллоз і пентозанів при внесенні борошна в тісто також сприяє інтенсифікації процесів спиртового й молочнокислого бродіння [12]. Імовірно, зі збільшенням кількості внесеного борошна замість зернової маси, зростає швидкість зброжування легко доступних цукрів борошна молочнокислими бактеріями й, отже, збільшується кількість органічних кислот у тісті.

Загальна спрямованість зміни кислотності у всіх зразків тіста носила однаковий характер, тобто, з підвищенням частки пшеничного борошна в тісті,

кислотність тіста в процесі бродіння наростала інтенсивніше й значення кислотності мали більш високі результати.

У якості характеристики інтенсивності бродіння тісто з різним дозуванням пшеничного борошна першого сорту досліджували на підймальну силу тіста в процесі бродіння (рис. 3.4).

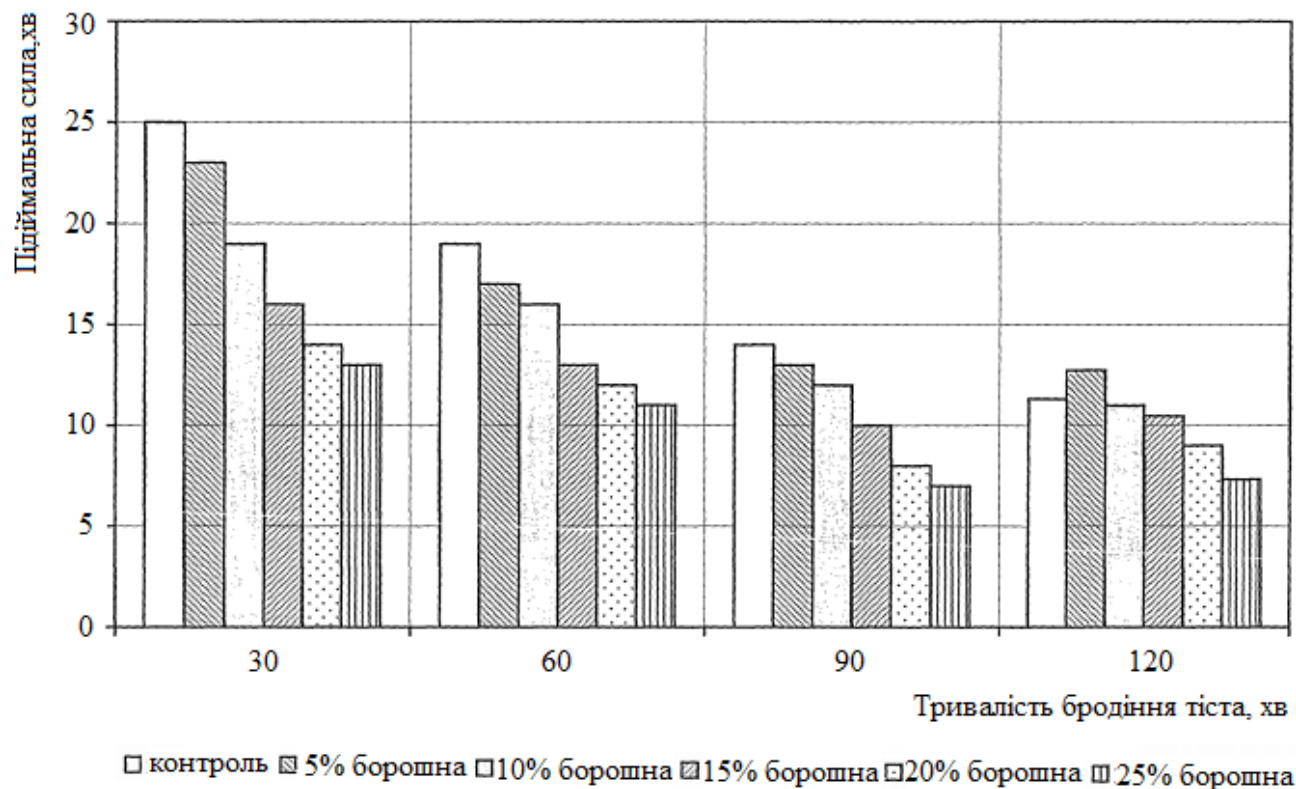


Рисунок 3.4 – Вплив пшеничного борошна на динаміку підймальної сили тіста в процесі бродіння

Аналіз діаграми зміни підймальної сили, представлених на рис. 3.4, показує, що найбільша підймальна сила спостерігалася наприкінці бродіння тіста, що свідчило про процес бродіння, що нормально протікає, і характеризується закономірним підвищенням інтенсивності створення CO_2 . Зі збільшенням частки пшеничного борошна в тісті значення підймальної сили знижуються інтенсивніше, тобто процеси зброжування цукрів дріжджами в тісті з борошном ідуть швидше. Збільшення частки борошна знижує вміст у зерновому тісті кількості часток оболонки, пентозанів, геміцелюлоз, які погано піддаються дії

ферментів, підвищують опір тіста розпушенню й нагромадженню пухирців вуглекислого газу.

Таким чином, загальна спрямованість зміни підйимальної сили у всіх проб однакова – мінімальна підйимальна сила в тісті відразу після замісу, максимальна – наприкінці бродіння, що свідчить про готовність тіста до оброблення.

Дослідження інтенсивності газоутворення тіста. Якість випеченого хліба в значній мірі залежить від правильно обраного моменту дозрівання тіста, особливо його остаточного вистоювання, тобто від своєчасного оброблення тіста й посадки тістових заготовок у піч. Найпоширенішим методом контролю бродіння є визначення кількості вуглекислого газу, що утворюється тістом під час бродіння.

Згідно з літературними даними, оптимальний період бродіння тіста, приготовленого по будь-якій рецептурі, припадає на останній момент наростання швидкості газоутворення й закінчується в її найвищій точці, а готовність тістових заготовок до випічки – по закінченню вистоювання в момент утворення максимуму швидкості газоутворення тіста [16].

Результати дослідження швидкості газоутворення тіста показано на рис. 3.5.

Аналіз кривих показує, що процес бродіння всіх проб тіста в досліджуваний період часу складається з однієї стадії й крива швидкості газоутворення характеризується одним максимальним значенням.

Загальна спрямованість швидкості газоутворення у всіх проб однакова: спочатку вона зростає до максимуму, потім знижується й незворотно падає.

Причини вповільнення, а потім і припинення спиртового бродіння в тісті пов'язані з вичерпанням основної маси бродильних цукрів і з нагромадженням продуктів бродіння, що негативно впливають на життєдіяльність дріжджів.

Збільшення частки пшеничного борошна в тісті на 10 % приводило до зростання екстремума швидкості газоутворення тісті (з 1159 см³/(год·кг) у контрольного зразка до 1303 см³/(год·кг) у проби з додаванням 10 % пшеничного борошна). Внесення 15 % пшеничного борошна в зернове тісто підвищувало екстремум швидкості газоутворення до 1400 см³/(год·кг), що на 241 см³/(год·кг) вище, ніж у контролю.

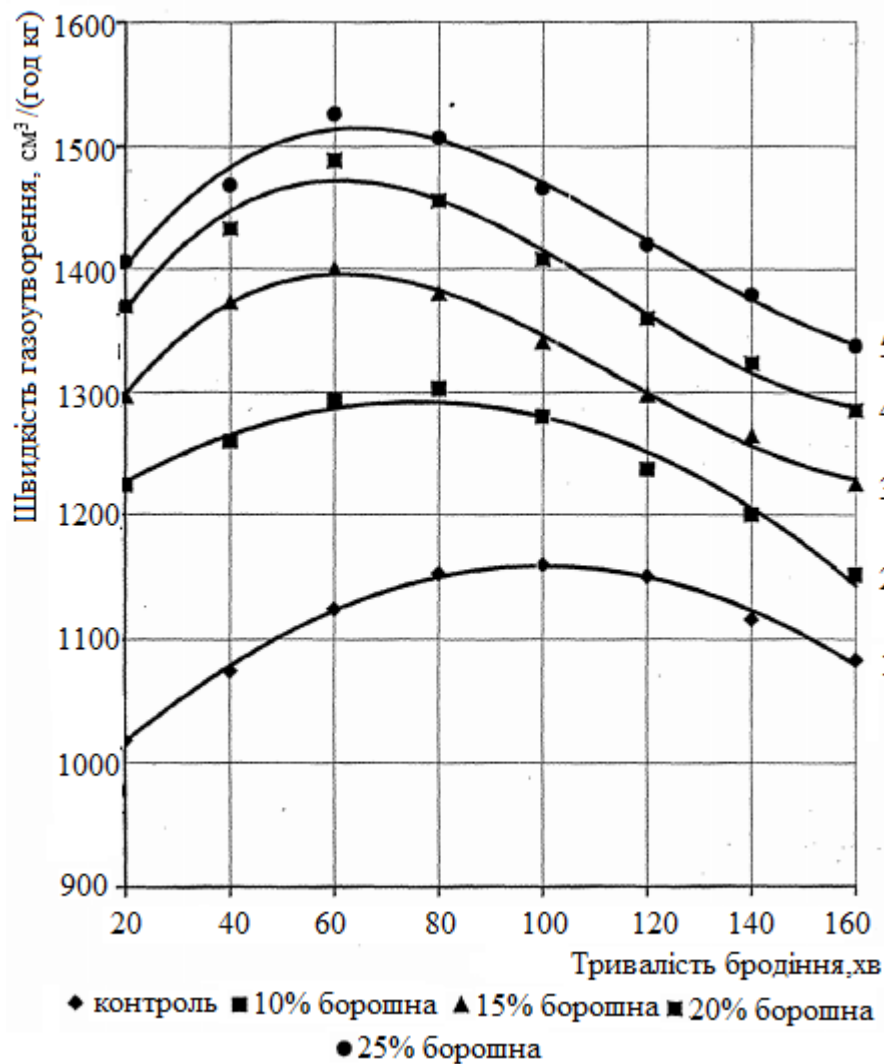


Рисунок 3.5 – Вплив додавання пшеничного борошна 1 сорта на динаміку швидкості газоутворення

Ще більше зростав екстремум швидкості газоутворення при внесенні 20 і 25 % пшеничного борошна замість зернової маси. При цьому характер кривої змінювався і явно був виражений пік швидкості газоутворення, що становить відповідно $1489 \text{ см}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$ і $1526 \text{ см}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$.

Таким чином, внесення пшеничного борошна 1 сорта в кількості від 10 до 25 % впливало на характер кривої швидкості газоутворення в процесі бродіння тіста, не змінюючи її загальної спрямованості, підвищуючи одночасно значення цього показника.

На відміну від загальної спрямованості, динаміка швидкості газоутворення, тобто хід її розвитку під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів, у різних проб тіста неоднакова.

Так, у контрольній пробі максимальна швидкість газоутворення припадала на період, що відповідає 100 хвилинам бродіння тіста.

Додавання 5 % пшеничного борошна приводило до прискорення, настання максимального значення швидкості газоутворення до 70 хвилин у пробі з 10 % пшеничного борошна. Стадія бродіння тіста скорочувалася на 20 – 30 хвилин. Внесення 15 % пшеничного борошна в зернове тісто скорочувало настання максимуму в порівнянні з контролем на 30 – 40 хвилин. Ще більше скорочувався час настання максимуму швидкості газоутворення при внесенні 20 і 25 % пшеничного борошна замість зернової маси й становило 60 хвилин.

При проведенні досліджень по закінченню бродіння тісту проводили обминку, відповідну до оброблення тіста, і далі визначали динаміку швидкості газоутворення тіста в процесі вистоювання (рис. 3.6).

Слід зазначити, що після обминки, у всіх пробах значення швидкості газоутворення були вище, ніж за такий же проміжок часу на початку бродіння тіста. Так, через 15 хвилин бродіння тіста після обминки, швидкість газоутворення в контролі склала $1188 \text{ см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$, а у пробі 2 з додаванням 15 % пшеничного борошна – $1418 \text{ см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$, у пробі 5 з додаванням 25 % борошна – $1530 \text{ см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$. Імовірно, це обумовлене більшою газоутримувальною здатністю й еластичністю тіста, які є максимальними на етапі вистоювання.

Характер кривої швидкості газоутворення у всіх проб був однаковий і процес вистоювання характеризувався досягненням одного екстремума. Потім крива швидкості газоутворення незворотно знижувалася, мабуть, через вичерпання всієї маси бродильних цукрів. Так само як і на етапі бродіння, збільшення частки пшеничного борошна в тісті приводило до підвищення значень швидкості газоутворення

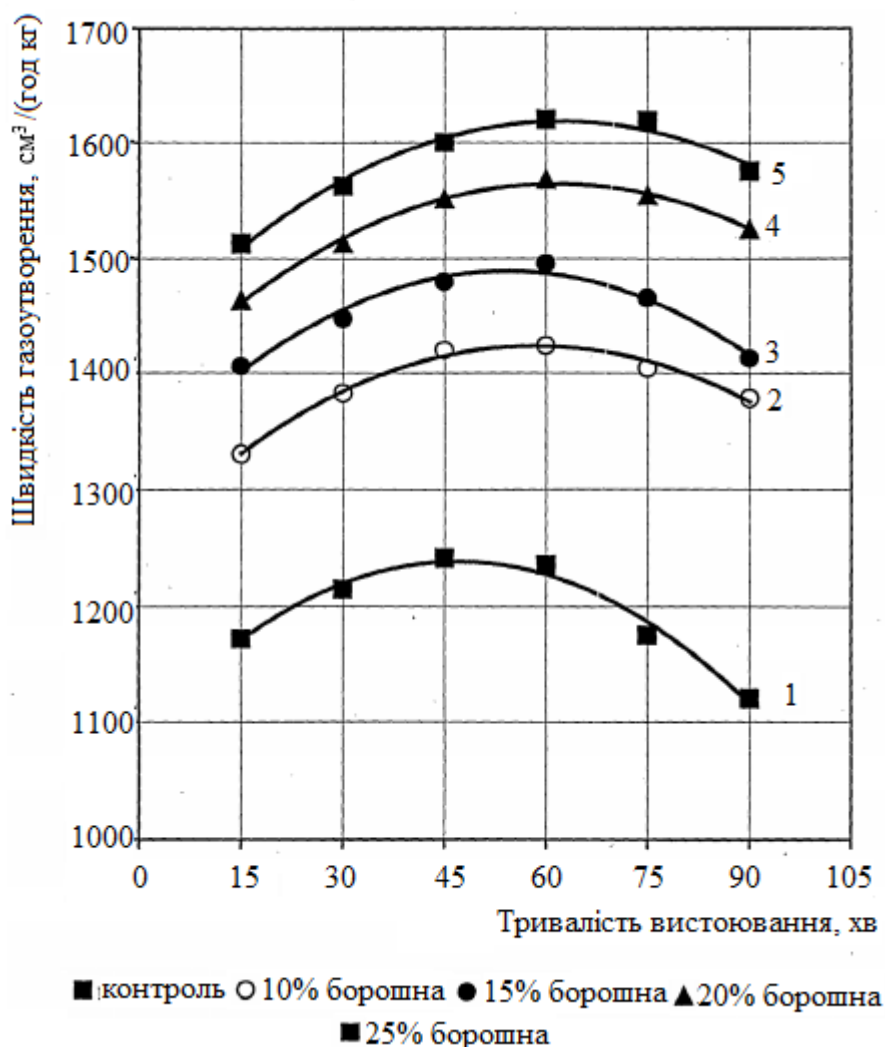


Рисунок 3.6 – Вплив пшеничного борошна 1 сорта на динаміку швидкості газоутворення в процесі вистоювання

Зростання швидкості газоутворення до максимуму в проб із часом носило неоднаковий характер.

У контрольного зразка максимум швидкості газоутворення, рівний 1242 см³/(год·кг) припадав на 45 хвилин вистоювання тіста, а в зразка з додаванням 15 % борошна – на 60 хвилин вистоювання тіста зі швидкістю газоутворення 1495 см³/(год·кг). Зі збільшенням частки пшеничного борошна в тісті час настання максимального значення швидкості газоутворення збільшувався і у зразка з 25 % пшеничного борошна склало 70 хвилин при швидкості газоутворення 1630 см³/(год·кг).

Імовірно, додавання пшеничного борошна в зернове тісто, робило його більш еластичним, воно легше розтягується й утримує пухирці вуглекислого газу, що утворюється, що й призводило до тривалого вистоювання.

Вплив тривалості бродіння тіста на якість хліба аналізували за схемою, запропонованої в роботі [16].

Через кожні 30 хвилин бродіння тіста відбирали шматки тіста масою 350 грам, проводили вистоювання. Закінчення вистоювання визначали органолептично. Після закінчення вистоювання випікали хліб у лабораторній печі при температурі 230 °С протягом 40 хвилин. Через 4 години після випічки проводили аналіз хліба.

Отримані результати для контрольної проби й проби з додаванням 15 % борошна показано на рисунках 3.7 і 3.8.

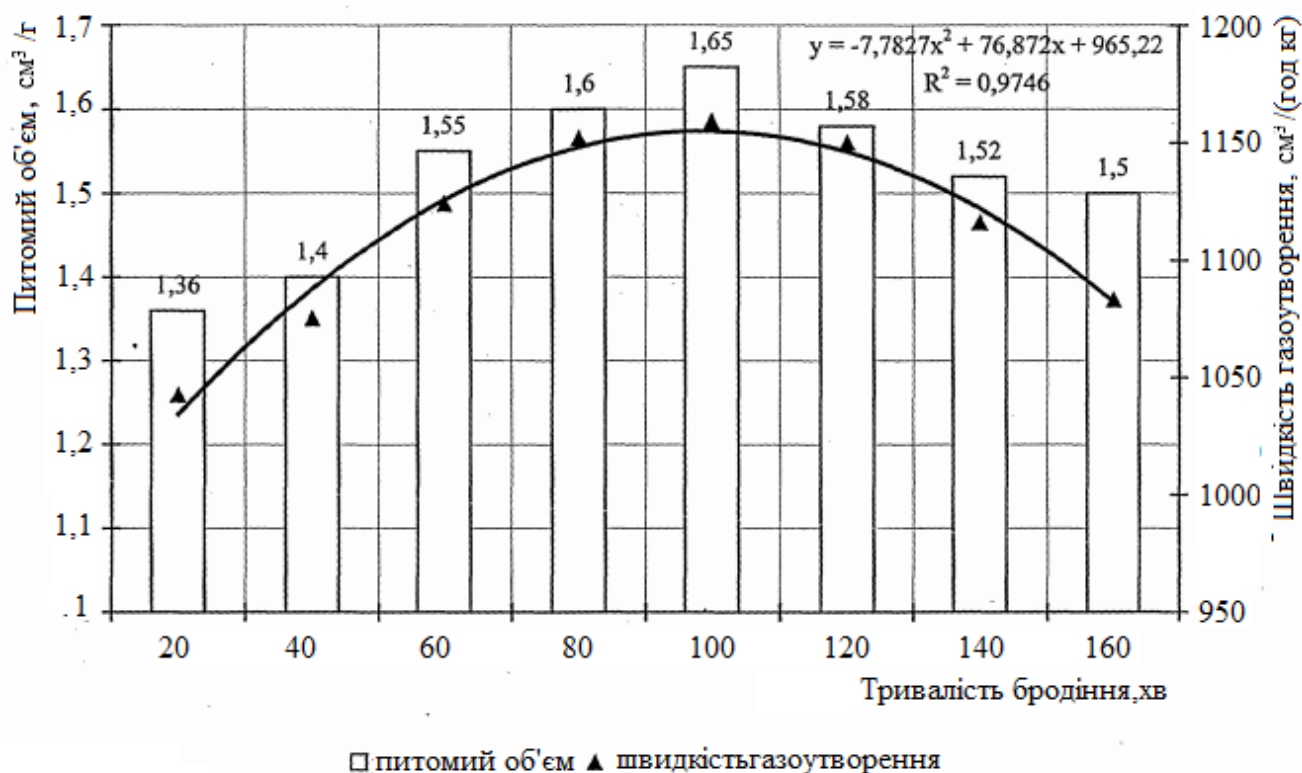


Рисунок 3.7 – Вплив тривалості бродіння тіста (контроль) на швидкість газоутворення і питомий об'єм

Аналіз якості готового хліба (контрольна проба) показав, що питомий об'єм хліба добре корелював зі швидкістю газоутворення. Так, при бродінні

контрольної проби тісто протягом 80 хвилин зі швидкістю газоутворення 1152 $\text{см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$, питомий об'єм склав 1,60 $\text{см}^3/\text{г}$, при бродінні протягом 60 хвилин зі швидкістю газоутворення 1124 $\text{см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$ питомий об'єм зменшувався й склав 1,55 $\text{см}^3/\text{г}$, а при бродінні цього ж тіста протягом 20 хвилин зі швидкістю газоутворення 1050 $\text{см}^3/(\text{год}\cdot\text{кг})$ – усього 1,36 $\text{см}^3/\text{г}$.

Збільшення тривалості бродіння тісто контрольної проби до 120 хвилин також приводило до зниження показника питомого об'єму до 1,58 $\text{см}^3/\text{г}$. Тобто, найкраща якість хліба забезпечувалася при бродінні протягом 100 хвилин (питомий об'єм склав 1,65 $\text{см}^3/\text{г}$).

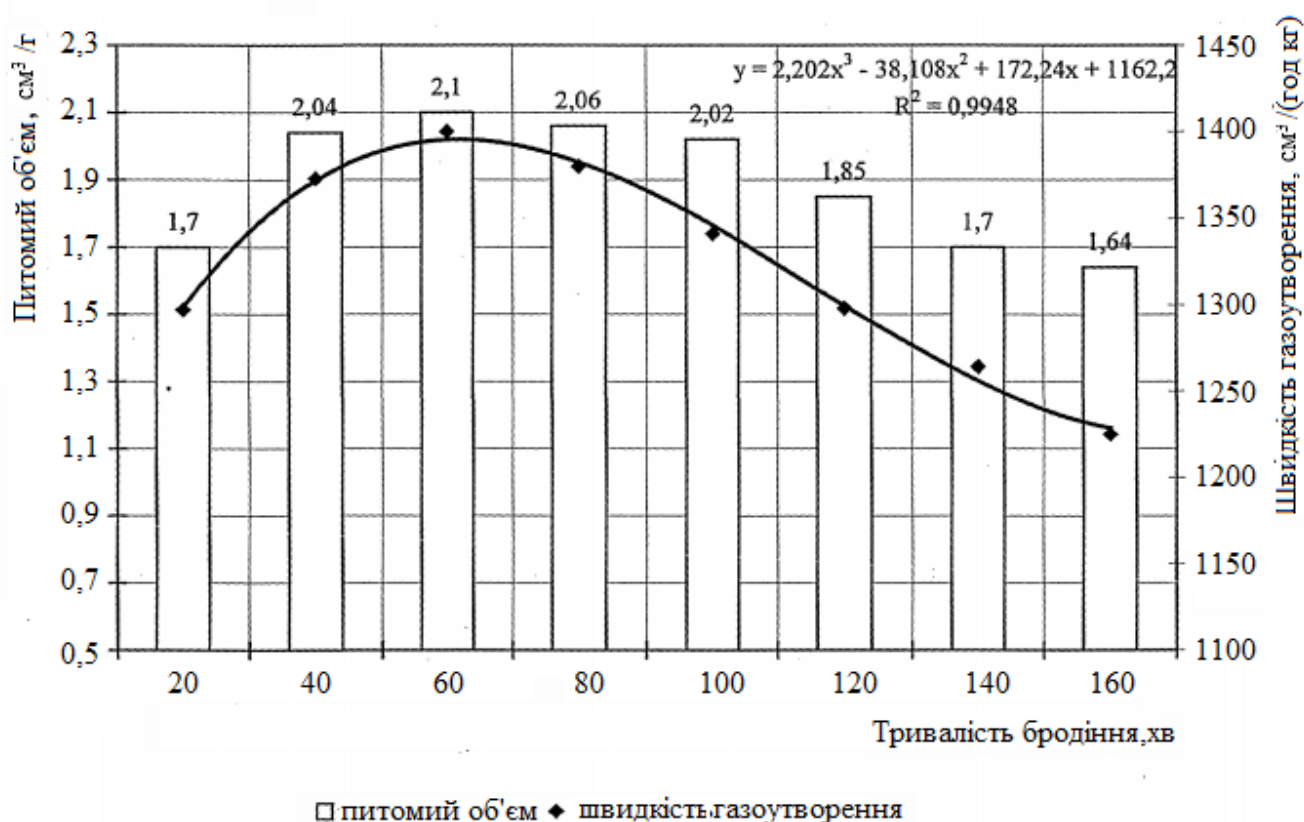


Рисунок 3.8 – Вплив тривалості бродіння тіста на швидкість газоутворення і питомий об'єм хліба (проба 4)

Внесення пшеничного борошна 1 сорту в тісто з диспергованого зерна приводило до скорочення тривалості бродіння тіста. На графіку видно, що кращий питомий об'єм хліба з додаванням 15 % борошна пшеничного 1 сорту був у зразка, що бродив протягом 60 хвилин зі швидкістю газоутворення

1400 см³/(год·кг). Подальше збільшення тривалості бродіння тіста до 80 хвилин приводило до зменшення питомого об'єму хліба на 1,9 %, а при тривалості бродіння 120 хвилин питомий об'єм знизився на 11,9 %.

Таким чином, аналіз отриманих закономірностей показав, що бродіння тіста для одержання хліба найкращої якості необхідно закінчувати на максимумі швидкості газоутворення. Додавання пшеничного борошна 1 сорту, починаючи з 15 %, сприяє скороченню часу дозрівання тіста з 100 – 120 хвилин до 60 – 70 хвилин.

Вплив додавання пресованих дріжджів і вологості тіста на якість хліба. Додавання води й пресованих дріжджів при замісі тіста викликає комплекс складних біохімічних перетворень компонентів тіста. Ці перетворення завершуються в процесі випічки й впливають на якість хліба, його смак і аромат.

Вологість тіста є одним з найважливіших показників процесу тістоприготування, впливає на швидкість біохімічних і колоїдних процесів, і тим самим визначає кислотність, ступінь розпушеності м'якушки, тобто якість хліба. У той же час, істотним фактором, що визначає якість хліба, є дозування пресованих дріжджів.

Тому подальшими дослідженнями визначали оптимальну вологість і дозування пресованих дріжджів, а також вплив цих факторів на якість хліба.

Вологість тіста змінювали від 45,0 до 48,0 % з інтервалом 1,0 %.

Пресовані дріжджі вносили в кількості 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %, 3,0 %.

Тістоприготування й випічку хліба проводили при наступних однакових параметрах: тривалість бродіння тіста при температурі 32 °С становила 70 хв, тривалість вистоювання при температурі 35 °С і відносної вологості повітря 80 % - 50 хв, тривалість випічки при температурі 230 градусів – 35 хвилин.

Результати зміни показників якості хліба залежно від вологості тіста й кількості пресованих дріжджів показано в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Вплив пресованих дріжджів і вологості тіста на якість хліба

Найменування показників	Кількість пресованих дріжджів, %					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Вологість тіста 45%						
Питомий об'єм, см ³ /г	1,46	1,54	1,71	1,93	1,89	1,74
Кислотність, градусів	2,2	2,65	2,8	2,9	3,0	3,1
Пористість, %	48,0	53,2	55,7	58,5	58,4	54,6
Вологість тіста 46%						
Питомий об'єм, см ³ /г	1,48	1,66	1,95	2,08	2,06	2,01
Кислотність, градусів	2,4	2,8	3,0	3,25	3,4	3,5
Пористість, %	49,0	55,8	57,6	60,6	60,7	57,1
Вологість тіста 47%						
Питомий об'єм, см ³ /г	1,51	1,63	2,0	2,1	2,05	1,96
Кислотність, градусів	2,5	2,9	3,2	3,45	3,6	3,7
Пористість, %	48,2	56,6	58,9	61,3	61,3	57,6
Вологість тіста 48%						
Питомий об'єм, см ³ /г	1,5	1,55	1,77	1,9	1,86	1,66
Кислотність, градусів	2,5	2,85	3,15	3,4	3,55	3,65
Пористість, %	47,1	52,1	54,3	56,2	55,1	51,9

Характер зміни питомого об'єму з різним дозуванням пресованих дріжджів для всіх проб не однаковий.

Зі збільшенням дозування пресованих дріжджів з 0,5 % до 2,0 % відбувалося зростання значення питомого об'єму хліба.

При подальшому збільшенні пресованих дріжджів значення питомого об'єму практично не змінювалося.

Слід зазначити, що при дозуванні пресованих дріжджів 3 % для всіх проб відзначалося зниження значень питомого об'єму.

Очевидно, підвищена кількість пресованих дріжджів призводила до швидкого зброжування практично всіх цукрів у тісті, і на момент вистоювання й

випічки цукрів не вистачало. Цьому є підтвердженням і бліде фарбування кірки в пробі при внесенні 3 % дріжджів.

Підвищення вологості тісто з 45 % до 47 % сприяло збільшенню питомого об'єму хліба. Так, при дозуванні пресованих дріжджів 2,5 % питомий об'єм зростав на 7 %. Подальше збільшення вологості тіста до 47 % не знижувало питомий об'єм.

Характер зміни пористості мав однакову спрямованість для всіх проб тіста: підвищення дозування дріжджів до 2,5 % викликало зростання значень пористості, що можна пояснити інтенсифікацією процесу бродіння, пов'язаної з підвищенням кількості дріжджів. При вологості тіста 48 %, підвищення кількості пресованих дріжджів з 2,5 % до 3 % знижувало пористість на 1,1 %.

З підвищенням вологості тісто з 45 % до 48 % відзначалося наростання абсолютних значень кислотності в міру збільшення кількості пресованих дріжджів.

Так, для хліба, випеченого з тіста з вологістю 46 %, зі збільшенням кількості пресованих дріжджів від 0,5 % до 3 % кислотність зростала з 2,4 до 3,5 градусів. Для хліба, випеченого з тісто з вологістю 47 % кислотність зростала з 2,5 до 3,7 градусів. ‘

Таким чином, результати проведених досліджень показали, що інтенсивність ферментативних процесів, що відбуваються при замісі й дозріванні тіста, залежить від кількості води, що додається, і пресованих дріжджів. Ці фактори в значній мірі визначають якість хліба.

3.3 Розробка технології хліба з диспергованого зерна пшениці з додаванням закваски

При підготовці зерна, що включає послідовні замочування зерна й витримування його на повітрі, відбувається його часткове проростання, що приводить до зростання активності амілолітичних і протеолітичних ферментів. Дія протеолітичних ферментів при готуванні тіста призводить до його

розрідження й ослаблення, а під дією амілолітичних ферментів, особливо α -амілази, відбувається розщеплення крохмалю з утвором декстринів.

Завдання при дозріванні тіста полягає в нагромадженні достатньої кількості кислот, що забезпечують інактивацію ферментів, а, що також надають хлібу своєрідний смак і аромат.

Розв'язати поставлене завдання можна застосуванням густих заквасок, додавання яких приводить до зниження активності протеїнази в тісті, а також до зниження температури інактивації α -амілази при випічці хліба [42, 52, 60].

Вплив закваски з диспергованого зерна пшениці на показники якості хліба. Численними дослідниками встановлений позитивний вплив заквасок на якість хліба з дефектного борошна – змолотого із пророслого, морозобійного зерна [12].

Для вивчення впливу закваски на якість хліба після закінчення 10 – 12 годин після випічки визначали органолептичні й фізико-хімічні показники. Результати досліджень представлено в таблиці 3.10.

Аналіз таблиці показує, що всі проби випеченого хліба, за винятком проби 5, мали гарну якість. Проба 5 мала кислий смак м'якушки, більш бліду скоринку.

Кращими були проби хліба з додаванням 20 і 30 % закваски. Показники питомого об'єму цих проб хліба мали найбільше значення й становили 2,15 і 2,19 см³/г, пористість – 60 %, а кислотність 3,5 і 3,8 градусів відповідно. Хліб мав добре розвинену, рівномірну, середню пористість, пропечену, еластичну м'якушку, смак кисло-солодкий з яскраво вираженим ароматом.

Таким чином, додавання навіть незначної кількості густої закваски приводить до поліпшення якості хліба із цілого не лущеного зерна пшениці: м'якушка стає більш еластичною, пористість більш розвинена та рівномірною, хліб здобуває своєрідний яскраво виражений смак і аромат.

Крім того, використання заквасок значно скорочує тривалість готування тісту й хліба.

Таблиця 3.10 – Вплив додавання закваски на якість хліба

Найменування показників	Значення показників				
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5
Стан кірки	Шорстка, випукла	Шорстка випукла	Шортска	Шортска	Шорстка, плоска
Колір кірки	Коричневий	Коричневий	Коричневий	Коричневий	Сіро-коричневий
Стан м'якушки	Досить еластична	Досить еластична	Суха на дотик, еластична	Суха на дотик, еластична	Еластична
Пористість	Розвинена, середня, рівно мірна	Розвинена, середня, рівно мірна	Розвинена, середня, рівно мірна	Розвинена, середня, рівно мірна	Розвинена, крупна, рівно мірна
Смак	Кислуватий, приємний	Кислуватий, приємний	Кислуватий, приємний	Кислуватий, приємний	Кислий
Питомий об'єм, см ³ /г	1,96	2,08	2,15	2,19	1,85
Вологість м'якушки, %	46,6	46,8	46,4	46,5	46,7
Кислотність, градусів	3,1	3,2	3,5	3,8	4,9
Пористість, %	59,0	59,0	60,0	60,0	56,0

3.4 Дослідження ступеня пліснявіння хліба із диспергованого зерна пшениці

При зберіганні хліба при температурі 25 – 30 °С у умовах з підвищеною відносною вологістю може відбуватися його пліснявіння, викликане грибами *A.flavus*, *A.fumigatus*, *A.glaucus*, *A.nidulans*, *A.niger*; *P.crustaceum*, *P.olivaceum*; *Rhizopus nigricans*; *Mucor pusillus*; *Oospora variabilis* і *Monilia Candida* [12, 28].

Пліснявіння хліба є не тільки одним із критеріїв зниження строків його зберігання, але й збільшує ймовірність зараження його мікотоксинами.

При мікробіологічному аналізі зерна пшениці на етапі диспергування нами не була виявлена наявність цвілевих грибів на поверхні зерна після підготовки.

Випечені проби хліба прохолоджували, упаковували в поліетиленові пакети й зберігали при температурі 30 ± 1 °С до появи видимого росту міцелію на поверхні виробів.

Проведеними дослідженнями встановлене, що поява видимого міцелію на поверхні проби 1 виявлене через 84 години. На поверхні проби 2, випеченої із зерна пшениці, замоченого у воді з додаванням оцтової кислоти – через 105 годин, що свідчить про ефект знезаражування оцтовою кислотою зерна.

На поверхні проби 3 видимий міцелій виявлений через 105 годин.

Збільшення строків зберігання проб 2 і 3 у порівнянні з контрольною пробою 1 свідчить про вплив способу підготовки зерна пшениці до диспергування й способу тістоприготування на можливість пліснявіння.

Застосування заквасок при готуванні хліба збільшує кислотність хліба, що й приводить до зниження інтенсивності росту грибної мікрофлори на його поверхні.

Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити, що використання закваски з диспергованого зерна при замісі тіста, а також додавання в воду для замочування невеликих кількостей оцтової кислоти сприяє вповільненню розвитку пліснявіння хліба.

Висновки до розділу

Встановлено, що вологість зерна, замоченого при температурі 20 °С, через 3 години збільшується на 16,4 %, а при температурі 30 °С – на 21,3 %. Таким чином, при підготовці зерна протягом 27 годин вологість зерна при різних температурних режимах досягає 35,1 – 42,3 %.

Встановлено, що зміна тривалості зволоження зерна може варіювати на величину 2 – 3 години. При цьому загальна експозиція підготовки повинна

становити 18 – 24 години. При тривалості підготовки менш 18 годин відбувається недостатнє набрякання периферійних і внутрішніх частин зерна, особливо при температурі 15 °С – вологість зерна досягає лише 34,2 %.

Встановлено, що швидкість поглинання вологи зерном при замочуванні в розчинах оцтової кислоти знижується в порівнянні зі швидкістю поглинання вологи зерном при замочуванні у водопровідній воді. Так, при зволоженні зерна протягом 6 годин, вологість зростає на 19,4% при концентрації оцтової кислоти 0,2 %, і на 18,3 % при концентрації оцтової кислоти 0,3 %.

Встановлено, що якість вихідного зерна пшениці, особливо кількість клейковини і її якість, значно впливало на органолептичні й фізикохімічні показники випеченого хліба.

Максимальним питомий об'єм був у проби 3, випеченої із пшениці 3 партії, і становив 1,80 см³/г. Пористість цього зразка була найбільшою й становила 58,0 %. Кращі показники цієї проби легко пояснити, тому що пшениця 3 партії містила високу кількість клейковини 28 %, по якості 80 ум. од (задовільно слабка). Як відомо, саме кількість клейковини і її якість визначає газостримуючу здатність тісту, а отже, і об'єм хліба.

Досліджено та встановлено, що швидкість наростання кислотності в проб з додаванням 15 – 25 % пшеничного борошна замість зернової маси випереджала швидкість наростання кислотності контрольної проби й проб з додаванням 5 – 10 % борошна. Максимальна кислотність через 120 хвилин бродіння спостерігалася в проби з додаванням 25 % пшеничного борошна й становила 3,4 градуси, тоді як у контрольної проби кислотність не перевищувала 2,5 градуса.

Аналіз якості готового хліба (контрольна проба) показав, що питомий об'єм хліба добре корелював зі швидкістю газоутворення. Так, при бродінні контрольної проби тісто протягом 80 хвилин зі швидкістю газоутворення 1152 см³/(год·кг), питомий об'єм склав 1,60 см³/г, при бродінні протягом 60 хвилин зі швидкістю газоутворення 1124 см³/(год·кг) питомий об'єм зменшувався й склав 1,55 см³/г, а при бродінні цього ж тіста протягом 20 хвилин зі швидкістю газоутворення 1050 см³/(год·кг) – усього 1,36 см³/г.

Встановлено, що підвищення вологості тісто з 45 % до 47 % сприяло збільшенню питомого об'єму хліба. Так, при дозуванні пресованих дріжджів 2,5 % питомий об'єм зростав на 7 %. Подальше збільшення вологості тіста до 47 % не знижувало питомий об'єм.

Так, для хліба, випеченого з тіста з вологістю 46 %, зі збільшенням кількості пресованих дріжджів від 0,5 % до 3 % кислотність зростала з 2,4 до 3,5 градусів. Для хліба, випеченого з тісто з вологістю 47 % кислотність зростала з 2,5 до 3,7 градусів.

4 ВИРОБНИЧА АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Виробнича апробація результатів досліджень

Рецептура хліба з диспергованого зерна пшениці, обґрунтована теоретично й підтверджена експериментально, наведено в таблиці 4.1.

Технологічний процес виробництва хліба з диспергованого зерна пшениці здійснюється у відповідності зі схемою, що представлена на рис. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецепттура хліба з диспергованого зерна пшениці

Найменування сировини, напівфабрикатів і показників процесу	Витрата сировини, кг	
	Дисперговане зерно	Тісто
Зерно пшениці	60,0	-
Вода	25,0	-
Дисперговане зерно	-	85,0
Борошно пшеничне	-	15,0
Дріжджі пресовані	-	2,1
Сіль поварена харчова	-	1,5
Разом сировини	85,0	103,6

Результати виробничої перевірки отриманих оптимальних параметрів підготовки зерна пшениці (тривалість підготовки 18 годин при температурі 20 °С у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти) і готування хліба з диспергованого зерна пшениці по представленій рецептурі показали, що хліб одержали гарної якості. $t=35^{\circ}\text{C}$

Органолептичні й фізико-хімічні показники якості отриманого хліба з диспергованого зерна пшениці оцінювали в дослідній лабораторії ТОВ «ЮОНА ГРУП».

Показники якості хліба з нелущеного диспергованого зерна пшениці наведено в таблицях 4.2 і 4.3.

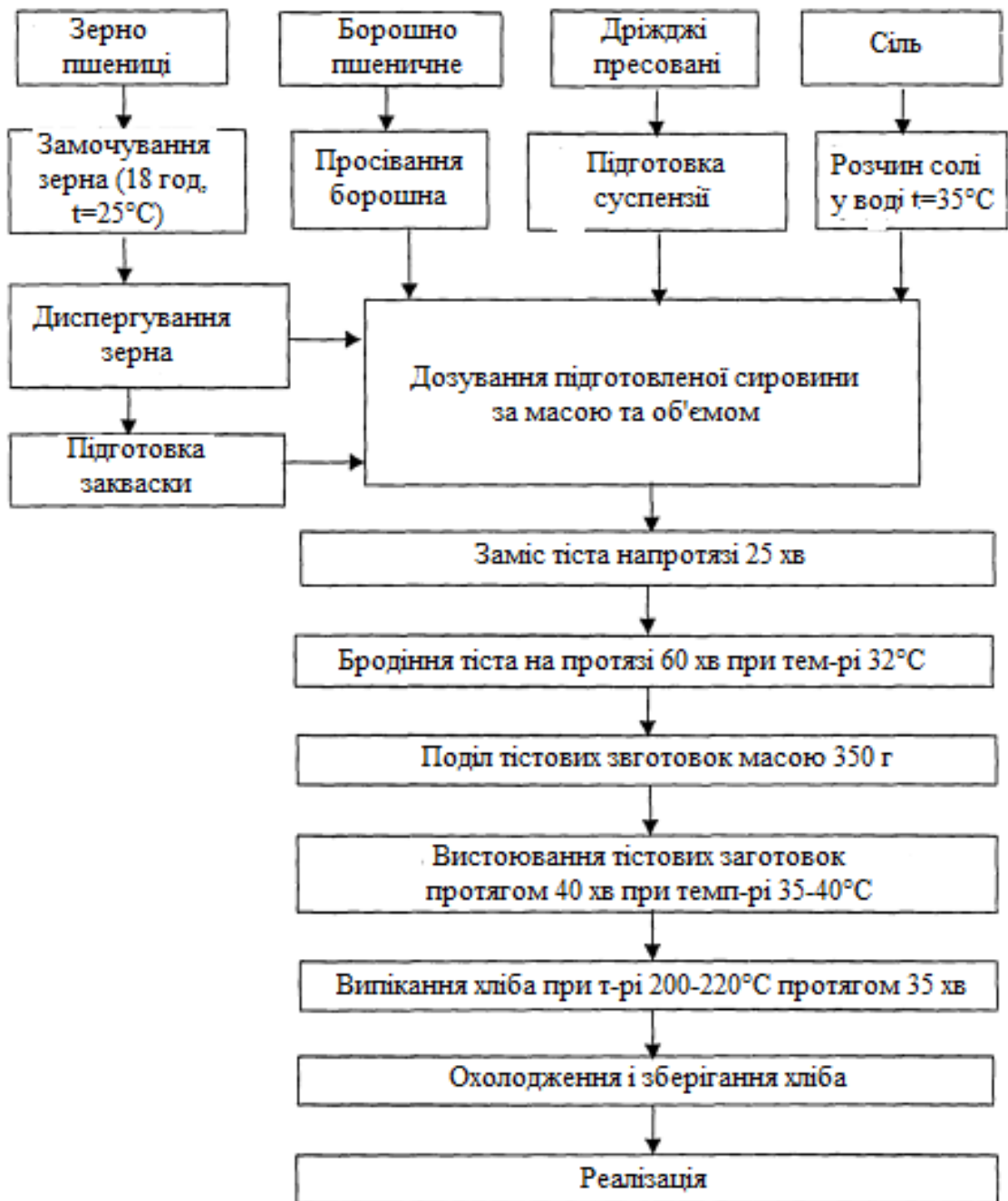


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва хліба з диспергованого зерна пшениці

Таблиця 4.2 – Органолептичні показники якості хліба з диспергованого зерна пшениці

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд	Форма правильна, поверхня злегка шорсткувата, опукла, без тріщин і надривів
Колір кірки	Коричневий
Стан м'якушки: Пропеченість Проміс	Пропечений, не вологий на дотик. Еластичний, після легкого натиснення відновлює первісну форму. Без слідів непромісу
Пористість	Розвинена, середня, рівномірна, без порожнин і ущільнень
Смак	Властивий, злегка кислуватий, яскраво виражений
Запах	Властивий

Таблиця 4.3 – Фізико-хімічні показники якості хліба з диспергованого зерна пшениці

Найменування показників	Характеристика
Вологість м'якушки, %	46,6
Кислотність, градуси	3,5
Пористість, %	60,0

За результатами досліджень було отримано документ, в якому стверджується що ТОВ «ЮОНА ГРУП» може впровадити у виробництво деякі результати проведених наукових досліджень.

4.2 Визначення харчової й енергетична цінності хліба з диспергованого зерна пшениці

Хлібобулочні вироби є носіями біологічно активних речовин, під якими в широкому змісті слова розуміють білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні

елементи, полісахариди та інші.

Основне завдання даного етапу дослідження визначити харчову, біологічну й енергетичну цінність хліба з диспергованого зерна пшениці.

Серед харчових факторів, що мають особливе значення для збереження здоров'я, нормального функціонування організму й активного довголіття найважливіша роль належить вітамінам. Результати визначення вмісту вітамінів у хлібі з диспергованого зерна показано в таблиці 4.4. На підставі існуючих норм споживання вітамінів нами розрахований ступінь задоволення організму дорослої людини вітамінами.

Таблиця 4.4 – Ступінь задоволення добової потреби дорослого населення у вітамінах

Вітаміни	Добова потреба, мг%	Фактичні дані, мг% на 100 г	
		мг%	% задоволення
В ₁	1,4	0,3	21,4
В ₂	1,6	0,14	8,75
В ₆	2,0	0,32	16,0
РР	18,0	4,4	24,4

Аналіз отриманих даних показує, що вживання 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці задовольняє потребу дорослої людини у вітаміні В₁ на 21,4 %, у вітаміні В₆ на 16 % і у вітаміні РР – на 24,4 %.

Хліб з диспергованого зерна пшениці також є коштовним джерелом мінеральних речовин. Їхній вміст і ступінь задоволення добової потреби для дорослого населення наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Ступінь задоволення добової потреби дорослого населення в мінеральних елементах

Мінеральні елементи	Середня добова потреба, мг%	Фактичні дані, мг%	
		мг%	% задоволення
Макроелементи			
Калій	3000	265	8,8
Натрій	2200	386	17,5
Магній	350	48	13,7
Кальцій	1000	40	4,0
Мікроелементи			
Мідь	2,2	2,3	104,5
Цинк	15,0	10,0	66,7
Залізо	12,5	4,2	33,6
Марганець	3,5	0,196	5,6

Хліб з диспергованого зерна багатий макроелементами Na, K, Zn. Задоволення потреби в мікроелементі Fe становить 33,6 %. Слід зазначити незначний вміст Ca, Mn у хлібі з диспергованого зерна.

Вміст основних хімічних речовин хліба з диспергованого зерна й енергетична цінність показано в таблиці 4.6.

Аналіз таблиці показує, що основний компонент хліба – вуглеводи. Вміст крохмалю в 100 г хліба становить 42,4 %. В 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці втримується 8,9 г білка, що вище в порівнянні із традиційними сортами пшеничного хліба, жиру 1,31 %.

Вміст клітковини в 100 г хліба з диспергованого зерна становить 1,86 г. Підвищений вміст баластових речовин (клітковини) поряд з низькою енергетичною цінністю забезпечить ряд важливих функцій, пов'язаних із процесами травлення й обміну в цілому.

Таблиця 4.6 - Вміст основних хімічних речовин хліба з диспергованого зерна й енергетична цінність

Вміст на 100 г хліба з диспергованого зерна, г					
Білки	Жири	Вуглеводи			Енергетична цінність, ккал
		Крохмаль	Клітковина	Гемицеллюлози	
8,9	1,31	42,2	1,85	5 9	224,2

Результати досліджень і аналіз розрахункового показника енергетичної цінності дозволяє віднести хліб з диспергованого зерна пшениці до класу функціональних виробів і рекомендувати їх для масового дієтичного й профілактичного харчування.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було проведено виробничу перевірку, за результати виробничої перевірки отриманих оптимальних параметрів підготовки зерна пшениці (тривалість підготовки 18 годин при температурі 20 °С у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти) і виробництва хліба з диспергованого зерна пшениці по представленій рецептурі показали, що хліб одержали гарної якості.

Результати визначення харчової й енергетичної цінності хліба з диспергованого зерна пшениці показують, що вживання 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці задовольняє потребу дорослої людини у вітаміні В₁ на 21,4 %, у вітаміні В₆ на 16 % і у вітаміні РР – на 24,4 %. Вміст крохмалю в 100 г хліба становить 42,4 %. В 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці втримується 8,9 г білка, що вище в порівнянні із традиційними сортами пшеничного хліба, жиру 1,31 %.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Для забезпечення безпечних умов праці на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві хлібобулочних виробів, рекомендується створити карту безпеки праці для операторів лінії виробництва хліба (див. рис. 5.1). У цьому документі враховані загальні вимоги щодо експлуатації технологічного обладнання лінії, спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

<p>1. Загальна інформація</p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з виробництва хлібобулочних виробів підприємств всіх форм власності.</p> <p>Важливо! Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p>2. Опис робочого місця</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>3. Заходи безпеки</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>4. Надзвичайні ситуації</p> <p>1) Пожежа: 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>2) Аварія: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p>3) Травма: негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p>5. Потенційні ризики</p> <p>а) зерновий та борошняний пил, б) можливість травмування внаслідок дії рухомих частин обладнання, в) ризик пожежі.</p>	<p>6. Контакти екстрених служб</p> <p>Черговий: вн.т. 42-78-15 Пожежна служба: 101 Екстрена медична допомога: 103 Служба екстреної допомоги: 112</p>

Рисунок 5.1 – Карта безпеки апаратника лінії з виробництва хліба

5.2 Утилізація відходів виробництва

Вивчене виробництво викидає забруднюючі речовини у вигляді органічного пилу в атмосферу через аспіраційні системи, а також використовує стічні води як господарсько-побутові та виробничі. Ці стічні води містять різні домішки, які змінюють їх початковий хімічний склад та фізичні властивості [15].

Щоб уникнути порушень технічних умов, розроблено низку заходів, спрямованих на зменшення забруднення повітря. Там, де утворюється пил, передбачені вентиляційні укриття, різноманітні навіси та відсмоктувачі. Технічні процеси, пов'язані з утворенням пилу (наприклад, завантаження, подрібнення, дозування і транспортування сипучих матеріалів), передбачають відсмоктування і водяне придушення, тобто обприскування джерела пилу водою.

Компанія змішує частину відходів зі стічними водами для утилізації, а решту утилізує як тверді відходи в контейнерах для відходів. Потім компанія транспортує промислові відходи на спеціалізований полігон для утилізації.

Висновки за розділом

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

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

При створенні функціональних продуктів все більше уваги приділяється розробці нових видів хліба на основі композитних сумішей. Як компоненти суміші використовують найрізноманітнішу сировину, зокрема зернові, бобові та олійні культури.

У табл. 6.1 наведено завдання, які передбачається вирішувати під час проведення досліджень з розробки технологій виробництва хлібобулочних виробів із диспергованого зерна пшениці.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1–2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	2
2–3	Літературний пошук та написання літературного огляду	21
3–4	Розробка плану науково–дослідних робіт	4
4–5	Розробка методик проведення наукових досліджень	3
5–6	Підготовка дослідних зразків зерна пшениці	2
6–7	Підготовка експериментального устаткування	15
7–8	Дослідження впливу показників якості зерна пшениці на реологічні властивості диспергованої маси	2
7–9	Дослідження впливу часу замочування зерна пшениці на реологічні властивості диспергованої зернової маси	3
7–10	Дослідження впливу температури води при замочуванні зерна пшениці на реологічні властивості диспергованої зернової маси	4
7–11	Дослідження впливу режимів диспергування зерна пшениці на реологічні властивості диспергованої зернової маси	5
8–12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	7
13–14	Написання публікації	7

Згідно з планом проведення дослідження, створюється сітьовий графік – графічна модель, яка відтворює подальший хід роботи чи процесу у вигляді послідовних етапів і дозволяє, за допомогою обчислень, визначити оптимальний варіант його виконання. На етапі впровадження графік мережі надає можливість оперативного управління прогресом виконання завдань (див. рис. 6.1).

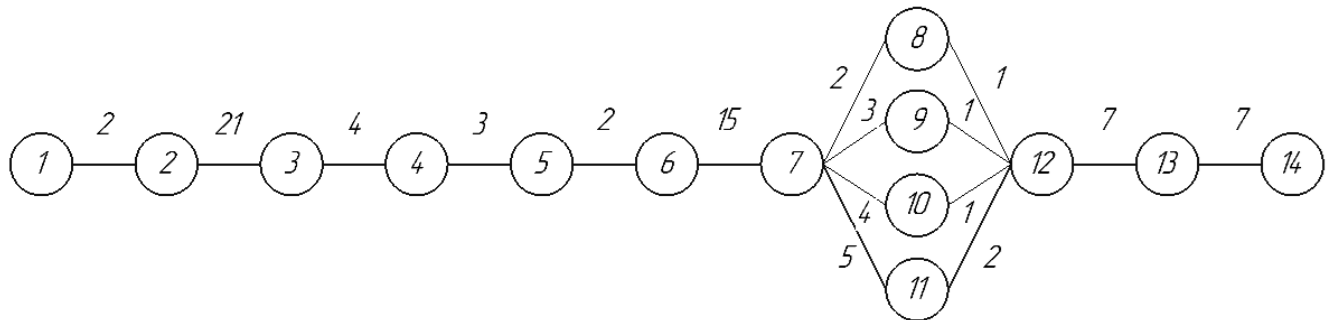


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік НДР

Шлях, який визначає повну тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої, визначають за допомогою сітьового графіка.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 7 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 7 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 7 = 66;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}^4 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 5 + 2 + 7 + 7 = 68$$

Шлях, що характеризується максимальною тривалістю, отримав назву критичного. У даному випадку критичним є другий шлях із тривалістю у 68 днів.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Розрахунок витрат на основні та допоміжні матеріали проводиться відповідно до наступної формули:

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

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно пшениці, кг	50	5,30	265,00
Всього			265,00

Результати розрахунків заробітної плати учасників досліджень представлені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник НДР	7800	46,43	20	928,60
Всього				928,60

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{928,60 \cdot 22}{100} = 204,29 \text{ грн.}$$

Витрати на використану електроенергію розраховуються відповідно до формули:

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

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 привід робочих органів диспергатора:

$$E = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 1,68 = 90,72 \text{ грн.}$$

Вартість амортизації обладнання, використаного під час проведення експерименту, розраховується за допомогою наступної формули:

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

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Диспергатор	1526,5	24	5	5,02
Всього				5,02

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(928,60 \cdot 80)}{100} = 742,88 \text{ грн.}$$

Вартість витрат на проведення досліджень подана у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	265,00
Заробітна плата	928,60
Нарахування на заробітну плату	204,29
Електроенергія	90,72
Амортизація	5,02
Накладні витрати	742,88
Всього	2236,51

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і нарахування на заробітну плату.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Враховуючи, що науково-дослідна робота є фундаментальним дослідженням, її вартість визначалась з урахуванням витрат на проведення досліджень і доцільності і з метою досягнення рентабельності:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2236,51 + \frac{30 \cdot 2236,51}{100} = 2907,46 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2907,46 грн.

Висновки до розділу

Головними статтями витрат під час виконання дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 928,60 грн та 742,88 грн. Загалом, при врахуванні 30 % нормативної рентабельності, вартість проведених досліджень складає 2907,46 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблений раціональний спосіб готування хліба підвищеної харчової цінності з не луценого диспергованого зерна пшениці, що відрізняється скороченням технологічного процесу й зниженням його енергоємності.

Встановлено, що зміна тривалості зволоження зерна може варіювати на величину 2 – 3 години. При цьому загальна експозиція підготовки повинна становити 18 – 24 години. При тривалості підготовки менш 18 годин відбувається недостатнє набрякання периферійних і внутрішніх частин зерна, особливо при температурі 15 °С – вологість зерна досягає лише 34,2 %.

Встановлено, що швидкість поглинання води зерном при замочуванні в розчинах оцтової кислоти знижується в порівнянні зі швидкістю поглинання води зерном при замочуванні у водопровідній воді. Так, при зволоженні зерна протягом 6 годин, вологість зростає на 19,4% при концентрації оцтової кислоти 0,2 %, і на 18,3 % при концентрації оцтової кислоти 0,3 %.

2. Максимальним питомий об'єм був у проби 3, випеченої із пшениці 3 партії, і становив 1,80 см³/г. Пористість цього зразка була найбільшою й становила 58,0 %. Кращі показники цієї проби легко пояснити, тому що пшениця 3 партії містила високу кількість клейковини 28 %, по якості 80 ум. од (задовільно слабка). Як відомо, саме кількість клейковини і її якість визначає газостримуючу здатність тісту, а отже, і об'єм хліба.

Досліджено та встановлено, що швидкість наростання кислотності в проб з додаванням 15 – 25 % пшеничного борошна замість зернової маси випереджала швидкість наростання кислотності контрольної проби й проб з додаванням 5 – 10 % борошна. Максимальна кислотність через 120 хвилин бродіння спостерігалася в проби з додаванням 25 % пшеничного борошна й становила 3,4 градуси, тоді як у контрольної проби кислотність не перевищувала 2,5 градуса.

3. Визначено вплив властивостей зерна пшениці та співвідношення рецептурних компонентів, згідно якого питомий об'єм хліба добре корелював зі швидкістю газоутворення. Так, при бродінні контрольної проби тісто протягом 80

хвилин зі швидкістю газоутворення $1152 \text{ см}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$, питомий об'єм склав $1,60 \text{ см}^3/\text{г}$, при бродінні протягом 60 хвилин зі швидкістю газоутворення $1124 \text{ см}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$ питомий об'єм зменшувався й склав $1,55 \text{ см}^3/\text{г}$, а при бродінні цього ж тіста протягом 20 хвилин зі швидкістю газоутворення $1050 \text{ см}^3/(\text{год} \cdot \text{кг})$ – усього $1,36 \text{ см}^3/\text{г}$.

Встановлено, що підвищення вологості тісто з 45 % до 47 % сприяло збільшенню питомого об'єму хліба. Так, при дозуванні пресованих дріжджів 2,5 % питомий об'єм зростав на 7 %. Подальше збільшення вологості тіста до 47 % не знижувало питомий об'єм.

Так, для хліба, випеченого з тіста з вологістю 46 %, зі збільшенням кількості пресованих дріжджів від 0,5 % до 3 % кислотність зростала з 2,4 до 3,5 градусів. Для хліба, випеченого з тісто з вологістю 47 % кислотність зростала з 2,5 до 3,7 градусів.

4. Проведено виробничу перевірку, за результати виробничої перевірки отриманих оптимальних параметрів підготовки зерна пшениці (тривалість підготовки 18 годин при температурі $20 \text{ }^\circ\text{C}$ у воді з додаванням 0,2 % оцтової кислоти) і виробництва хліба з диспергованого зерна пшениці по представленій рецептурі показали, що хліб одержали гарної якості.

Результати визначення харчової й енергетичної цінності хліба з диспергованого зерна пшениці показують, що вживання 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці задовольняє потребу дорослої людини у вітаміні В₁ на 21,4 %, у вітаміні В₆ на 16 % і у вітаміні РР – на 24,4 %. Вміст крохмалю в 100 г хліба становить 42,4 %. В 100 г хліба з диспергованого зерна пшениці втримується 8,9 г білка, що вище в порівнянні із традиційними сортами

6. Головними статтями витрат під час виконання дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 928,60 грн та 742,88 грн. Загалом, при врахуванні 30 % нормативної рентабельності, вартість проведених досліджень складає 2907,46 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. Башта А.О. Для виробництва оздоровчих продуктів. Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі, 213.
3. Башта А. «Скорцонера–перспективна інуліновмісна сировина для виробництва оздоровчих продуктів» Інноваційні технології в готельноресторанному бізнесі: 19 – 20.
4. Пахомська О.В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 2019, 25, № 2: 276 – 283.
5. 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.
6. 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.
7. Губеня В.О. Технологія хлібобулочних виробів антианемічного призначення для закладів ресторанного господарства : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Губеня Вячеслав Олександрович ; НУХТ. – К., 2017. – 23 с.
8. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
9. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального

призначення. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544с.

10. 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.

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

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

13. Жукова В.Ф., Тарасенко В.Г. Поліпшення якості кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної сировини. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. № 1 – 2 (3 – 4) (2021).

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

15. 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.

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

17. 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

18. 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.

19. 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)

20. 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.

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

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. Обеснюк, О. О. Хлібобулочні вироби функціонального призначення. ББК 65.9 (4укр)-55 Н 35, 2015, 59.

26. Лазарева, Т. А.; Благий, О. С. Перспективи використання високобілкової рослинної сировини у виробництві хлібобулочних виробів. *Склад організаційного комітету конференції Голова оргкомітету*, 2021, 104.

27. 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.

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

29. 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.

30. Гріщенко А.В. Напрями інноваційного розвитку хлібопекарних підприємств України. Економічні та соціальні аспекти розвитку України на початку XXI століття. Матеріали IX 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.

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

32. https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt_lekcij_Bez_vidhodni_tehnologiji_konservnyh_vyrobnyctv.pdf.

33. https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmvih_uver.pdf.

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

35. https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181_Haidashch_uk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf.

36. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/20610/1/sword%202015.pdf>.

37. <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/264787>.

38. <https://www.iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/406>.

39. <https://journals.ksauniv.ks.ua/index.php/tech/article/view/58>.

40. http://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozidily/Naukovo_Doslidna_Chastyna/Docs/2020.08.22_STUD_ZBIRNIK_2020_RIK.pdf#page=240.

41. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/16620/1/karpik.pdf>.

42. https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/7307/1/Innovatsiyni%20tekhnolohiyi%20khliba_LP_2017.pdf.

43. https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/25676/1/t1_15.05.19-147-

148.pdf.

44. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7392/1/palivoda.pdf>.

45. http://www.vtei.com.ua/doc/2020/24_104.pdf#page=183.

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

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

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