

**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 «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування виробництва хлібобулочних
виробів із зерна третикале**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-19
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Сергій ЧЕРНЕЦЬ

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«08» травня 2023 р.

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

Чернецю Сергію Олександровичу

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

Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «08» травня 2023 року № 821.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2023 року

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Характеристика об'єктів і методів дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та захист довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів досліджень. 4 Результати досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-5 | доцентка Ірина ХОЛОБЦЕВА | 08.05.23 | 08.06.23 |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1 | Вступ | 08.05-09.05.23 | виконано |
| 2 | Аналітичний огляд літературних джерел | 10.05-15.05.23 | виконано |
| 3 | Характеристика об'єктів і методів дослідження | 16.05-17.05.23 | виконано |
| 4 | Експериментальна частина | 18.05-28.05.23 | виконано |
| 5 | Охорона праці та захист довкілля | 29.05-31.05.23 | виконано |
| 6 | Організаційно-економічна частина | 01.06-03.06.23 | виконано |
| 7 | Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання | 04.06-05.06.23 | виконано |
| 8 | Підготовка демонстраційного матеріалу | 06.06-08.06.23 | виконано |

Здобувачка вищої освіти _____ **Сергій ЧЕРНЕЦЬ**
(підпис)

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

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування виробництва хлібобулочних виробів із зерна тритикале»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 58 с., 7 рис., 15 табл., 28 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: хліб, борошно тритикале.

Метою роботи є обґрунтування виробництва хлібобулочних виробів із зерна тритикале.

Методи дослідження:

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості тритикалевого борошна визначали за чинними нормативно-технічними документами: колір, запах, смак, хрускіт - за ДСТУ 4960:2008 Борошно із зерна тритикале. Технічні умови, вологість – станадартним методом висушування наважки в сушильні шафі СЕШ-№М, зольність – за ГОСТ 27494-87, крупність за ДСТУ 4960:2008, металомангітні домішки – за ДСТУ 4960:2008, забрудненість і зараженість шкідниками хлібної злаки – за ДСТУ 4960:2008, кількість і якість клейковини – за ДСТУ 4960:2008..

Зернова культура тритикале, що швидко завойовує світ завдяки гарній - врожайності, стійкості до сільськогосподарських захворювань, значному вмісту, білка з високим амінокислотним скором за лімітуючою амінокислотою лізину, порівняно з традиційними зерновими культурами, становить цінність для харчової галузі.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та розробка ефективних технологій виробництва хлібобулочних виробів з використанням продуктів переробки зерна тритикале.

Актуальність роботи полягає в тому, що застосування тритикалевого борошна в технології виробництва хлібобулочних виробів дозволить зняти дефіцит житнього, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, скоротити кількість операцій при підготовці борошна до виробництва, збільшити асортимент хлібобулочних виробів , підвищити їх біологічну цінність.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Тритикале; борошно; хліб; хлібобулочні вироби; висівки тритикалеві; хлібопекарні властивості.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 5 |
| 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ | 7 |
| 1.1 Стан виробництва тритикале в Україні | 7 |
| 1.2 Порівняльний аналіз зерна традиційних хлібопекарських злаків та тритикале | 8 |
| 1.3 Перспективи використання зерна тритикале в харчовій промисловості | 15 |
| 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 21 |
| 2.1 Сировина та матеріали, використані при лабораторному випіканні хліба | 21 |
| 2.2 Методики дослідження | 21 |
| 2.3 Визначення вмісту ліпідів та амінокислот в борошні з тритикале | 23 |
| 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | 25 |
| 3.1 Оцінка хлібопекарних властивостей борошна із зерна тритикале | 25 |
| 3.2 Розробка технології хліба з використанням продуктів переробки зерна тритикале | 31 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ | 38 |
| 4.1 Аналіз стану охорони праці при виробництві хліба і хлібобулочних виробів | 38 |
| 4.2 Аналіз системи управління відходами на хлібопекарному виробництві | 40 |
| 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 43 |
| 5.1 Організація досліджень | 43 |
| 5.1.1. План проведення дослідження | 43 |
| 5.1.2 Побудова сітьового графіка | 43 |
| 5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження | 47 |
| 5.2 Розрахунок ціни дослідження | 51 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 53 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 55 |
| ДОДАТКИ | 58 |

ВСТУП

Частка споживання хлібобулочних виробів незмінно збільшується, проте, у цьому доступному вигляді продовольства явно виражена недостатня харчова і біологічна цінність. Поліпшення складу хлібобулочних виробів з метою зниження в них дефіциту необхідних речовин для харчування людини за рахунок використання нової сировини, запровадження біологічно цінних речовин, скорочення технологічного циклу є актуальним. Одним із шляхів вирішення поставленої проблеми є використання борошна, виробленого із зерна тритикале.

Зернова культура тритикале, що швидко завойовує світ завдяки гарній - врожайності, стійкості до сільськогосподарських захворювань, значному вмісту, білка з високим амінокислотним скором за лімітуючою амінокислотою лізину, порівняно з традиційними зерновими культурами, становить цінність для харчової галузі.

Про доцільність використання тритикале у хлібопекарському виробництві та інші споживчі якості, що задовольняють споживача. свідчать наукові праці Л.Я. Ауермана, Н.П. Козьміної, В.Л. Кретовича, Н.М. Мосолової, Р.Д. Поландової, Р.К. Єркінбаєвої, А. Biskupski, С. Tsen , К. Lorenz

Особливу увагу приділено новим високоврожайним сортам зерна тритикале. Їх застосування дозволить зняти дефіцит житнього борошна, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, скоротити кількість операцій при підготовці борошна до виробництва, збільшити асортимент хлібобулочних виробів, підвищити їх біологічну цінність.

Мета дослідження – наукове обґрунтування та розробка ефективних технологій виробництва хлібобулочних виробів з використанням продуктів переробки зерна тритикале.

У процесі виконання роботи потрібно вирішити наступні завдання:

- визначення складу, структури, хлібопекарських властивостей та біологічної цінності зерна та борошна нових високоврожайних сортів тритикале;
- розробка технології хліба із тритикалевого борошна;
- дослідження стану охорони праці при виробництві хлібобулочних виробів;
- розрахунок ціни дослідження.

Актуальність роботи полягає в тому, що застосування тритикалевого борошна в технології виробництва хлібобулочних виробів дозволить зняти дефіцит житнього, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, скоротити кількість операцій при підготовці борошна до виробництва, збільшити асортимент хлібобулочних виробів, підвищити їх біологічну цінність.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Стан виробництва тритикале в Україні

Провідна роль серед зернових культур належить цінній продовольчій культурі – пшениці. «Пшениця має відмінні хлібопекарські якості, але, як показує практика її культивування, недостатньо стійка до ряду захворювань, страждає від екстремальних екологічних факторів, а також має знижений вміст лізину» [1-6].

Увага селекціонерів здавна привертала ідея передачі пшениці низки цінних властивостей та ознак її найближчого культурного родича – жита. Жито швидко пристосовується до різних умов вирощування. «Перевагами цієї культури, порівняно з пшеницею, є: висока продуктивність, цінний амінокислотний склад білка, висока стійкість до несприятливих умов» [2, 7]. «Жито краще, ніж інші ярі зернові, використовує вологу ґрунту і, тому, більш посухостійка. У той же час з усіх озимих зернових культур жито найбільш стійке до вимерзання» [2].

Успіхи генетики та цитології дозволили вийти за рамки отримання сортів і гібридів тільки всередині виду та створювати нові ботанічні види та роди. «До них відноситься і тритикале – новий вид сільськогосподарського злаку, що має низку видатних властивостей» [1-4].

Вперше опис такого пшенично-житнього гібрида було опубліковано в 1876 р. У 1969 р. організовано міжнародну програму, завданнями якої є випробування тритикале в різних еколого-географічних умовах. Одночасно відбувається розширення генофонду тритикале, що у сумі дозволяє покращити адаптаційні можливості нового злаку.

Останні тридцять років під егідою європейського суспільства селекціонерів і генетиків у світі відбувається регулярний обмін досвідом з тритикале – симпозиуми та конференції у Франції (2004), у НДР (2008), у ПАР (2017) міжнародні симпозиуми в Австрії (2006), Бразилії (2010), Португалії (2014), Канаді (2018) [1, 6, 8].

«Нині світова площа посівів тритикале становить понад 3 млн. га» [9]. Вивченням, селекцією та обробітком цієї зернової культури займаються понад 50

країн таких, як Польща, США, Канада, Франція, Болгарія, Румунія, Китай, Англія, Білорусь, Україна та інші країни.

«Крім високої врожайності тритикале має низку інших переваг, успадкованих від батьківських форм: посухостійкістю, стійкістю до вилягання, зимостійкістю, імунністю до ряду захворювань, високим вмістом білка і лізину» [5, 7, 9].

До Держреєстру України внесено понад 30 сортів тритикале. Там можна знайти сорти з «НДІ землеробства та селекції сільськогосподарських культур, з НДІ сільського господарства ім. П.П. Лук'яненко (АД Зелений, Конвєєр, Червона - зернокармова, Союз, Гренадер), зі Дніпровського НДІ сільського господарства - (Дворучка 77, Ставропольський 5), з НДІ сільського господарства Центральних районів Чорноморської зони (Віктор, Німчинів) Інституту ім. В.В. Докучаєва (Привада, Тальва 100, Розгар), з Донського зонального НДІ сільського господарства (Донський 1, Донський 288, АLEGRO, АТ Тарасовський, ТІ 17) та ін. Ряд з цих сортів районована по центральній та південній частині України» [1, 13].

Основний упор селекціонерами робиться на підвищення адаптивного потенціалу культури, підвищення її продуктивності та посилення маркетингової орієнтації (селекція на кінцеве використання). «Результатом такої роботи є сорти: Запорізька степова, Тальва 100, Привада, Розгар, Рондо, Херсон 44» [10].

1.2 Порівняльний аналіз зерна традиційних хлібопекарських злаків та тритикале

Вуглеводно-амілазний комплекс. «До вуглеводного комплексу зерна входять вищі полісахариди (крохмаль, декстрини, клітковина, геміцелюлози), полісахариди (дисахариди, трисахариди) та невелика кількість моносахарів (глюкоза, фруктоза)» [1-3].

Одним із найважливіших вуглеводів борошна є крохмаль. Крохмаль має велике технологічне значення під час виробництва хліба, так як «від стану крохмальних зерен залежить водопоглинальна здатність тіста, процеси його

бродіння, структура хлібного м'якуша, смак, аромат, пористість хліба, швидкість черствіння виробів» [4].

У зерні та борошні крохмаль знаходиться у вигляді зерен розміром від 0,002 до 0,15 мм. Крохмальне зерно складається з двох полісахаридів: амілози, що утворює внутрішню частину крохмального зерна, і амілопектину, що становить його зовнішню частину. «Кількісні співвідношення амілози та амілопектину в крохмалі різних злаків становлять 1:3 або 1:3,5» [5,6].

Літературні дані показують, що вміст крохмалю в зерні тритикале варіюється від сорту до сорту і залежить від багатьох факторів. Більшість дослідників зазначають, що за вмістом крохмалю порівняно із зерном пшениці та жита зерно тритикале мало відрізняється. «Накопичення крохмалю в тритикале при формуванні зерна відбувається практично так само, як і у батьківських форм» [1, 7-9].

Важливе технологічне значення має початкова температура клейстеризації. Тут думки дослідників розходяться. «Деякі джерела стверджують, що температура початку клейстеризації крохмалю становить 58-59,5 °С, тобто ближче до пшениці» [2, 10]. «Інші – дають цифру, близьку до значення цієї величини у крохмалю жита – 56,5 °С» [11]. Крім того, крохмаль тритикале має низький вміст амілози і набагато більше дрібних гранул, ніж крах малий пшениці та жита. Відзначено, що крохмаль тритикале менше схильний до механічних ушкоджень.

Клейстеризований крохмаль тритикале за величиною відносної в'язкості - близький до пшеничного, але в той же час максимум в'язкості досягається швидше і при нижчій температурі. Очевидно, «крохмаль тритикале легше піддається дії ферментів» [11]. Також мають важливе значення крупність і цілість крохмальних зерен, так як це впливає на консистенцію тіста і вміст у ньому цукру (дрібні та пошкоджені крохмальні зерна в процесі приготування хліба швидше оцукрюються). «У зерні тритикале зустрічаються як великі, так і дрібні крохмальні зерна. Великі зерна мають округлу та еліпсоподібну форму» [12]. Їхня величина близька до величини великих крохмальних зерен пшениці. Дрібні

крохмальні зерна тритикале можуть бути округлої або багатогранної форми. «В цілому, за величиною крохмальних зерен тритикале займає проміжне місце між пшеницею і житом» [2, 4, 6].

Цікавим є процес зміни вуглеводного комплексу при зберіганні зерна. «Відзначено, що при зберіганні зерна тритикале відбувається гідроліз крохмалю з утворенням цукрів, що редукують, але в перші місяці зберігання вміст відновлювальних цукрів знижується» [7]. Це процеси, що відбуваються при диханні зерна, коли споживаються його вугілля води. «Згодом вміст цукрів, що відновлюють, знову збільшується за рахунок гідролізу крохмалю. Загальним результатом є зниження вмісту крохмалю» [7].

«Більшість дослідників вважають, що вміст вільних цукрів у процесі розвитку і в зрілому зерні тритикале більший, ніж у пшениці, а вміст пентозанів – на одному рівні з пшеницею або трохи вище. Крім того, у зерні тритикале було виявлено специфічний для жита вуглевод трифруктозан» [10].

«Склад вільних цукрів характеризується наявністю до 3% спирторозчинних цукрів, з яких близько 70% складають олігосахариди, до 7% - фруктоза. Вміст глюкози варіюється від 2,0 до 3,0% та мальтози від 4 до 8%» [12]. У складі олігосахаридів встановлено домінування мальтотріоз, мальтотетроз та мальтопентоз. «Загальний вміст вільних цукрів може становити 5 %, тобто. більше, ніж у пшениці та близько до величини цього показника для жита» [12].

Вченими [13] у процесі дослідження солоду тритикале були виділені ферментні препарати: α -амілаза та β -амілаза. «Максимальна активність α -амілази спостерігається при рН 5,5-5,6 та температурі 60 °С. Максимальна активність β -амілази досягалася при рН 5,0 та температурі 55 °С» [13] Також отримані дані, що α -амілаза менш кислотостійка порівняно з β -амілазою, а β -амілаза менш термостійка, ніж α -амілаза. Крім цього, «дослідження дозволили припустити, що до активного центру обох амілаз входять карбоксильна та імідозольна групи» [13].

Практично всі дослідники, які займаються вивченням пшенично житніх гібридів, «відзначають, що α -амілаза, що присутня в зерні, за активністю

перевершує пшеницю і жито, чим і пояснюються характерні на три тикале низькі амілограми» [14]. З робіт зарубіжних учених випливає, що а-амілаза найбільш активна у ліній, отриманих на основі твердої пшениці, але «зустрічаються сорти, активність а-амілази яких була нижчою за активність а-амілази жита» [12, 15].

Білково-протеїназний комплекс. Дослідження тритикале, проведені в Росії та за кордоном, виявляють значну кількість білка, що має високу біологічну цінність, чим обумовлений інтерес вчених.

На вміст білка впливає багато факторів, у тому числі генетична спадковість, норми та строки сівби, ґрунтово-кліматичні умови. «У зв'язку з цим кількість білка може коливатися у межах - від 12 до 25 % і більше» [14, 15].

Як вперше було зазначено вченими [16], підвищення вмісту сирого протеїну в зерні тритикале порівняно з пшеничним становило 16,3 19,6 % проти 14,3 %, відповідно. Науковцями [17] визначено, «що в середньому за 10 років ярі октоплоїдні тритикале мали 18,92% білка проти 14,16% у ярої пшениці» [17]. Вважається, що «підвищена білковість зерна тритикале залежить в основному від ступеня зморшкватості зерен» [17, 18]. А.Ф. Шуліндіним було зазначено, що «утримання білка також впливає деформованість зерен, т.к. деформовані зерна містили більше білка, ніж виконані» [2, 14]. «Це меншою кількістю дрібнозерного крохмалю в ендосперме деформованих зерен» [10].

Важливе значення має генотип зерна, т.к. тритикале з добрим наповненням - протеїнів у зерні зберігають високий рівень білка за роками, незалежно від умов.

В роботі [18] пояснюють високий вміст білка у тритикале особливостями - позахромосомної спадковості, так як при вивченні впливу батьківських форм виявлено, що більша кількість білка міститься в тих сортах, які мали батьківські форми з високим вмістом білка. «Так, високобілкові амфідиплоїди Державіна містять у своєму родоводі дикоростуче жито. У порівнянні з посівним житом вона має на 2,5-8,5% білка більше» [18].

Було досліджено «вміст білка в залежності від місця репродукції» [19]. Так, у Дніпрі воно коливалося в межах 13,9-22,4 % у той час, у зерні, вирощеному під Києвом (м. Васильків), вміст білка було на кілька відсотків менше. «Масова частка

білка в зерні тритикале в умовах бідного агрофону знижується, але його можна збільшити шляхом внесення високих доз азотних добрив» [19]. Селекціонери - відзначають, що виведення високобілкових тритикале пов'язане з рядом труднощів : великою фенотипічною мінливістю за цією ознакою; рецесивним - характером мутацій за білком; зчепленістю високобілкове™ з деякими - небажаними ознаками (знижена врожайність, нерозвиненість зерен) і т.д. «Однак, незважаючи на безліч факторів, що впливають на вміст білка в зерні, житньо-пшеничні гібриди завжди накопичують білка більше, ніж жито і пшениця, вирощені в тих же умовах» [2, 4, 19].

Про біологічну цінність судять за складом амінокислот білка та їх збалансованості, тому цікаві відомості про дослідження, проведені в цій галузі. Більшість дослідників «відзначають підвищений порівняно з пшеницею вміст лімітуючої амінокислоти лізину» [19]. Іноді вміст лізину в тритикале перевищує цей показник і у жита. «Так, вміст лізину у ярої пшениці становить у середньому - 2,54 г, у гексаплоїдних тритикале 2,32-3,42, а у жита - 2,55-4,26, тобто. в середньому білки тритикале і жита перевищують пшеницю на 20 і 30%, відповідно» [1-4, 18, 19].

В результаті вивчення колекції ВІР були отримані дані, що октоплоїди та гексаплоїди мають лізину в середньому на 56 та 39 % більше, ніж пшениця сорту Безоста 1, відповідно. «У середньому, у білку гексаплоїду – 3,4 %. Крім того, дослідження показали, що вміст лізину в білку залежить від зморшкуватості зерна» [19]. Це підтверджують дані Ч. Тарковського. Оскільки «вміст лізину корелює зі зморшкуватістю зерен, то селекціонери особливу увагу приділяють створенню високолізинових сортів з добре виконаним зерном» [14, 16]. Взагалі ж вміст лізину в зерні коливається від 1,6 до 6,6%, частіше зустрічаються зразки, що містять лізин у кількості 2,4-3,2%. «Вивчення протягом кількох років понад 2000 ліній гексаплоїдних тритикале в Мексиці показало, що вміст лізину в середньому становив 3,4-3,7 %» [16].

Для хлібопекарського виробництва важливі хлібопекарські властивості борошна, що багато в чому залежать від властивостей клейковинного комплексу

тритикале, внаслідок дованого від пшениці - проламінової (білки, розчинні в 60-80%-ному розчині спирту) і глютелінової (білки, розчинні в слабких лужних розчинах) білка, що «утворюють у процесі замісу тіста пружноеластичний гель – клейковину» [19].

Клейковинна частина білків, представлена проламінами, найбільш бідна на лізин. При селекції важко забезпечити високий вміст лізину та хороші хлібопекарські властивості. Тому частина селекціонерів воліє виводити сорти тритикале з високим вмістом лізину на шкоду його хлібопекарським перевагам. Цей «вибір може бути виправданий розробкою спеціальних технологій приготування хліба з борошна тритикале зі зниженим вмістом клейковини. Одночасно ведеться селекція сортів тритикале з покращеними хлібопекарськими властивостями» [15, 18].

Клейковинні білки тритикале мають дещо інше поєднання глюте лінів та проламінів, ніж жито та пшениця. Число дисульфідних зв'язків знаходиться на рівні слабкої пшеничної клейковини, а водневих - на рівні жита. «В цілому ж, вміст клейковини в тритикалі варіюється в широких справах (від 28 до 38%, показники ІДК - 75-105 од. приладу)» [19]. Зміст проламінової фракції перебуває у проміжному становищі проти батьківськими формами, тобто. більше, ніж у жита, але менше, ніж у пшениці. Що стосується глютелінів, «то в цілому, вони мають подібний склад з батьківськими формами» [9, 13]. Аналіз джерел показує, що клейковина амфі-диплоїдів дещо слабша за пшеничну і, як правило, відноситься до II-III групи якості. Таким чином, деякі особливості клейковини тритикале змушують дослідників розробляти способи покращення хлібопекарських властивостей борошна.

Небілкові азотисті речовини тритикале представлені амінокислотами, пептонами, амідами та деякими глюкозидами. Кількість небілкових форм азоту, очевидно, варіюється в залежності від ґрунтово-кліматичних умов та інших факторів. «Так, у роботі [13] сорти селекції мали вміст небілкового азоту 1,58-1,72 % (залежно від року врожаю), а зерно пшениці та жита 0,79-0,89 та 0,78-0,92 %,

відповідно [11]. У той самий час, у роботах [12, 15] відзначається дещо знижений вміст небілкового азоту».

Літературні дані показують, що протеази тритикале вивчені значно менше, ніж амілолітичні ферменти. «Найбільша активність протеаз при дослідженні пшениці, жита та тритикале відзначена у зерна жита; зерно тритикале займало проміжне положення між житом і пшеницею» [3, 5]. Було відзначено «наявність термостійкого інгібітору трипсину та хімотрипсину, який після години обробки на киплячій водянній бані залишався активним» [11]. Дослідження зміни активності протеаз у період дозрівання зерна показало, що в міру дозрівання активність протеаз знижується і, зрештою, займає проміжне положення між пшеницею і житом .

Поживна цінність визначається перетравлюваністю зерна та біологічним - засвоєнням його компонентів, які обумовлені деякими анти метаболітами (інгібітори росту, речовини, що знижують смакові якості та перетравлюваність білка). До таких сполук відносяться алкілрезорциноли, поліфенольні сполуки, інгібітори трипсину, фітинові кислоти та ін.

За даними [9] справжня цінність білків хлібних злаків становить 40-52%. Вчені [16] стверджують що, «відсоток засвоюваного білка, що міститься в зерні тритикале, становить 7,4-9,3, що вище, ніж у пшениці (4,5-6,7), а іноді і у жита (6,6- 10,9). Біологічні тести на тваринах показали, що, хоча по лініях тритикалі - спостерігаються суттєві відмінності, зерно тритикале має більш високу поживну цінність, ніж зерно пшениці та жита» [16].

Ліпідний комплекс. Дослідження у сфері хлібопекарського виробництва виявили значну роль ліпідів, так як вони беруть участь у хімічних та біологічних процесах, виконуючи енергетичну, функціональну та структурну роль.

Загальний вміст ліпідів у зерні тритикале, як правило, трохи менше, ніж у батьківських форм, хоча й варіюється в залежності від сорту. Вони представлені «вільними, що містять 83-89% неполярних компонентів (в основному тригліцеридів), та пов'язаними ліпідами, які містять 61-73% полярних та 27-39% неполярних компонентів» [8]. Кількість неполярних фракцій наближається до

значення цього показника у жита, а неполярних - проміжному між пшеницею та житом.

Важливе значення має структурний склад ліпідів. Вхідні жирні кислоти визначають стійкість ліпідів до окислення, а, отже, терміни зберігання зерна та муки. Склад ліпідів тритикале, як і інших зернових, багато в чому залежить від умов зростання. «Основними жирними кислотами ліпідів тритикале є: пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева та ліноленова» [17].

Вітамінний та мінеральний склад. Аналіз літературних даних показує, що вміст мінеральних речовин у зерні тритикале дещо більший, ніж у батьківських формах. Так, «вчені зазначають підвищений вміст фосфору, кальцію, магнію, цинку, марганцю та міді» [18].

Дослідження мінерального складу «висівків тритикале з різних систем та потоків показали, що найбільший вміст фосфору, марганцю та заліза міститься у висівках подертих систем» [19]. Відзначено, що «борошно різних сортів, одержане з тритикале з фенотипом жита, характеризується дещо більшим вмістом кальцію, магнію, калію та заліза, ніж відповідні сорти борошна з фенотипом пшениці» [19].

Хліб є одним із постійно вживаних продуктів, отже, важливе значення набуває склад і вміст вітамінів у тритикалі. Загалом «вітамінний склад тритикале знаходиться на рівні пшениці, крім ніацину, вміст якого ближче до жита (15,6-17,9 мг/г)» [18].

«Для тритикале характерний вміст вітамінів групи E (атокоферол)» [18]. У тритикалевому борошні, як вищого гатунку, так і цільномолоти (фенотип пшениці), відзначено більш високий вміст тіаміну і рибофлавіну в порівнянні з пшеничним борошном вищого гатунку і пшеничною шпалерною. «Аналогічна залежність для тіаміну відзначена і в тритикалевому борошні з фенотипом жита, вміст тіаміну в якому було в 1,6-1,7 рази більше, ніж у житній» [19].

1.3 Перспективи використання зерна тритикале в харчовій промисловості

Хороші технологічні властивості та висока активність ферментів зерна тритикале свідчать про перспективність його використання в бродильних виробництвах [20].

«Результати конкурсного сортовипробування показали, що деякі сорти тритикале стабільно перевищують пивоварний ячмінь сорту Нутанс-187 за продуктивністю (5,58 та 5,12 т/га проти 3,60 т/га, відповідно), мали велике зерно, високу зимостійкість, гарну натуру та високу масу 1000 зерен» [20]. «Перспективність використання тритикале підтверджується високим вмістом крохмалю (АТ Докучаєвський – 60,2 %, Таловський-1 – 58,07 %), азотистих речовин (13,07 % та 15,04 %, відповідно) та екстрактивність (83,31 % та 81,88%, відповідно)» [20].

Результати досліджень вчених показали можливість приготування пива з використанням світлого тритикалевого солоду, що забезпечує високі дегустаційні властивості кінцевого продукту. Розроблено технологічні режими отримання солодів із тритикале: світлого, темного та карамельного. Ймовірно, що тритикале стане основною сировиною для солоду [20].

Потрібно відмітити, що зерно тритикале є гібридом пшениці та жита – основних культур для виробництва борошна. Тому, логічно припустити, що зерно тритикале є чудовою сировиною для виробництва борошна.

Технологічний процес отримання борошна складається з двох етапів: підготування зерна до помелу та розмелювання зерна. У процесі підготовки зерна до помелу видаляються сторонні домішки, очищується поверхня зерна, здійснюється кондиціювання зернової маси (гідротермічна обробка). Ця технологічна операція «проводиться при сортових помелах пшениці та жита для поліпшення технологічних властивостей зерна. Потім складаються помольні суміші із партій зерна з різними технологічними властивостями. Підготовку м'якої та твердої пшениці ведуть окремо внаслідок різних структурно-механічних властивостей зерна» [2].

«На отримання борошна із зерна впливають такі його показники, як структурно-механічні характеристики (склоподібність, твердозерність), натура,

маса 1000 зерен, вирівняність, вміст та властивості клейковини, особливості будови, хімічний склад» [2].

Зерно тритикале сортів АТ 196, АТ 201 і АТ 206 мають знижену розмелюваність. Вихід «борошна на лабораторній установці МЛ-8004 становив 55,5-58,6%» [1, 2].

Харківське відділення ВНДІХП провело експериментальні помели зерна тритикале сорту АТ 206. Помел проводили за традиційними схемами для пшениці та жита. «З зерна тритикале отримано сортове борошно з виходом 80% і оббивне – з виходом 87%» [18].

Вченими [5] запропоновано підрозділяти зерно тритикале на зерно з фенотипом пшениці та зерно з фенотипом жита. «Тритикале з фенотипом пшениці характеризується зниженою ферментативною активністю (число падіння 180-225 с), короткорвною клейковиною і середньою розтяжністю 4,5 10,0 і 10,5-19,0 см, відповідно» [5]. Для тритикале з фенотипом жита ці показники такі: число падіння 100-140 с, легко відмивається, слабка по силі клейковина (розтяжність 20,5-31 см). «При помелі були отримані два сорти борошна - вищий сорт із максимальним виходом 72 % (зольність трохи більше 0,72 %) і борошно з цельносмолотого зерна з максимальним виходом 96 % (зольність трохи більше 2,0 %)» [20].

Під час підготовки зерна до помелу проводиться його кондиціонування. Аналіз науково-технічної літератури свідчить про те, що думки від слухних учених з цього питання дещо розходяться. «Приріст вологи у зерна тритикале становив 5,26 % проти 3 % у пшениці і 4,05 % у жита, тому зерно тритикале при підготовці до помелу слід обробляти не в комбінованих мийних машинах, а в шнекових зволожувачах» [21]. Мийні машини можна використовувати при вихідній вологості зерна 9-10 %. На підставі досліджень вологопоглинання, швидкості поширення вологи в зерні для попередження перезволоження при гідротермічній обробці, були розроблені наступні «режими кондиціонування зерна тритикале: період відволажування – 4 год, вологість зерна перед першою драною системою – 16,5%» [21].

Дещо відмінний режим холодного кондиціювання був запропонований вченими [22] час відволікання зерна після зволоження - 18 год, вологість перед першою драною системою - 15,5%.

Науковцями [23] розроблений спосіб підготовки зерна до помелу, що включає зволоження зерна, його сушіння за допомогою циклічної - електромагнітної обробки в багатоходовому полі надвисокої частоти з одночасною продуванням повітрям. «Зволоження здійснюють до вологості 22-28%, НВЧ-обробку – до вологості 16-18%» [23].

Для проведення раціональнішого помелу технологічними схемами - передбачена обробка зерна в спеціальних машинах - обойкових, ще точних або лушення. «Зерно тритикале, що пройшло лушення різного ступеня, розмелювали на установках ЛМ-202х2, при цьому вихід борошна становив 72%. Зольність знижувалася залежно від ступеня лушення, а зі збільшенням кількості знятих оболонки зростав максимум амілограми та показник числа падіння» [2, 5].

Із зарубіжних дослідників процеси отримання борошна вивчали К. Lorenz, А. Biskupski, АМ Unrath, ВD Jenkins, RA Anderson та ін.

Досліджено можливість розмелювання суміші зерна тритикале та пшениці, для чого використовували 3 типи м'якої пшениці (склоподібна, напівсклоподібна, м'ягозерна) та 2 типи тритикале (напівсклоподібний та м'ягозерний). «Суміші готували у співвідношенні зерна пшениці та тритикале різного типу у відсотковому співвідношенні 50:50 та 75:25. Зазначено, що вихід борошна з таких сумішей був більшим, ніж при розмелі чистого зерна тритикале» [12, 20].

Показано, що «вихід борошна тритикале на млинової установці " Buhler" коливається від 51,5 до 60,4%» [13]. «На млині "Quadrumat Junior" фірми "Brabender" отримано борошно з виходом 33-34% із зольністю 0,47-0,54%» [13].

Наявність у хлібі харчових волокон покращує перистальтику кишечника та сприяє виведенню з організму шкідливих речовин. На жаль, дефіцит основної хлібопекарської сировини не дозволяє повною мірою задовольнити потребу населення у корисних сортах хліба. У зв'язку з цим дедалі більшого значення

набуває використання в хлібопекарському виробництві нетрадиційних видів сировини, до якої можна віднести тритикале.

Велику роль використання тритикале для хлібопечення зіграли дослідження [18]. Вченими досліджено хлібопекарські властивості борошна із зерна тритикале сортів тритикале 740, 912, 1585, 3781, АТ 206 та можливості її застосування у хлібопекарському виробництві. Для порівняння брали пшеницю сорту Миронівська 808 та жито сорту В'ятка. Проби борошна отримували на лабораторному млині "Quadrumat Junior" з виходом 61,3-64,8%. Досліджено як вихідні проби борошна, так і їх суміші. «Встановлено, що проби борошна із зерна тритикале мали вищу газо- та цукроутворювальну здатність. При збільшенні дози тритикалевого борошна по відношенню до пшеничного показники змінюються. Встановлено, що клейкові на муки тритикале слабші за пшеничну» [18]. У сумішей борошна пшеничного та тритикале «зі збільшенням масової частки останньої масова частка сухої клейковини знижувалася і вона ставала слабшою, ніж вихідна у пшеничного борошна» [21, 22].

Борошно тритикале має вищу амілолітичну активність, ніж пшенична, тому було запропоновано дещо підвищити кислотність тесту шляхом додавання молочної кислоти. «Науковці розробили спосіб приготування хліба з використанням густих і рідких заквасок» [19]. Отримано хліб доброї якості із суміші борошна тритикале типу сіяного та пшеничного першого сорту у співвідношенні 50:50 при безопарному способі приготування тіста з додаванням цукру (5 %), маргарину (6 %) та знежиреного сухого молока (3 %). «При опарному способі хліб із суміші борошна тритикале і пшеничної першого сорту у співвідношенні 90:10 з додаванням в тісто концентрованої молочнокислої закваски також мав хороші органолептичні та фізико-хімічні характеристики» [19].

Однією з найважливіших завдань науки є розробка високоякісних продуктів харчування, оптимально збалансованих за вмістом окремих харчових речовин. У зв'язку з цим існує кілька груп дієтичних виробів, серед яких є група

хлібобулочних виробів, що рекомендує травня літнім людям, як містить велику кількість баластових речовин .

До баластових речовин відносяться і харчові волокна (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, пектинові речовини). Геміцелюлози тритикале мало відрізнялися від пшеничних. «Найбільш добре проявляється вплив геміцелюлоз у тсті з «слабкого» борошна – підвищувалася пружність, зменшувалася розтяжність клейковини, об'ємний вихід хліба зростав на 4-19 %, пористість – на 2,5 %, формостійкість подового хліба – на 22-29 %» [19]. Тісто із середньої по силі борошна змінювало свої характеристики незначно. Введення геміцелюлоз у тісто із сильного борошна «погіршувало формостійкість та пористість готових виробів. Зазначено, що хліб із додаванням геміцелюлози краще зберігається» [19].

З метою підвищення біологічної та харчової цінності хліба В. А. Моргун та ін. «визначено вплив дрібноподрібнених висівок тритикале на показники якості хліба» [24]. «Доза висівок, що вводяться, становила 20 %. При цьому в готових виробах з пшеничного борошна другого сорту збільшувалися масова частка клейковини, вітаміну В₂ і амінокислотний скор по лізину» [22].

Висновки по розділу.

Узагальнення даних аналітичного огляду науково-технічної літератури дозволило встановити можливість використання борошна із зерна тритикале для отримання хлібобулочних виробів. Дослідження у цьому напрямку нечисленні і, в основному, спрямовані на її використання в сумішах з борошном пшеничним.

Останнім часом, завдяки роботі селекціонерів з'явилося чимало перспективних високоврожайних сортів тритикале, у зв'язку з чим актуальною є розробка нових та модифікація традиційних технологій для одержання хлібобулочних виробів із тритикалевого борошна.

Застосування тритикалевого борошна дозволить зняти дефіцит житнього, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, скоротити кількість операцій при підготовці борошна до виробництва, збільшити асортимент хлібобулочних виробів , підвищити їх біологічну цінність.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Сировина та матеріали, використані при лабораторному випіканні хліба

Для проведення досліджень застосовували борошно із зерна тритикале, одержане на лабораторній установці та промисловим способом, пшеничне борошно I і II сортів, житнє обдирне борошно, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль, воду питну, як додаткові види сировини застосовували житній неферментований та ферментований солод, тритикалеві висівки, тритикалеву мучку.

Сировиною для отримання борошна служило зерно тритикале сортів Степова, Тальва 100, Привада, Розгар, Рондо, Херсон 44, вирощене в умовах Дніпропетровської, Кіровоградської та Полтавської областей, врожаю 2022 року.

Пшеничне борошно I та II сортів відповідало вимогам ГСТУ 46.004-99; житнє обдирне борошно - вимогам ДСТУ 8791:2018 Борошно житнє хлібопекарське. Загальні технічні умови; сіль – ДСТУ 3583:2015 Сіль кухонна. Загальні технічні умови; вода – ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості; житній неферментований солод – ГОСТ 29272-92. Дріжджі хлібопекарські пресовані відповідали вимогам ДСТУ 4812:2007 Дріжджі хлібопекарські пресовані. Технічні умови, крім того, визначали зімазну та мальтазну активність, що склали, відповідно, 55 і 98 хв.

2.2 Методики дослідження

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості тритикалевого борошна визначали за чинними нормативно-технічними документами: колір, запах, смак, хрускіт - за ДСТУ 4960:2008 Борошно із зерна тритикале. Технічні умови, вологість – стандартичним методом висушування наважки в сушильні шафі СЕШ-№М, зольність – за ГОСТ 27494-87, крупність за ДСТУ 4960:2008, металомагнітні домішки – за ДСТУ 4960:2008, забрудненість і зараженість шкідниками хлібною

злаки – за ДСТУ 4960:2008, кількість і якість клейковини – за ДСТУ 4960:2008.
 Результати визначень наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості борошна із зерна тритикале

| Критерії оцінки | Борошно, отримане | |
|--|--|----------------------|
| | на лабораторній установці | промисловим способом |
| Органолептичні показники: Колір | Білий із сіруватим відтінком | |
| Запах | Властивий борошну з тритикале, без сторонніх запахів | |
| Смак | Властивий борошну з тритикале, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий | |
| Вміст мінеральних приміщень | Хрускіт відсутній | |
| Фізико-хімічні показники: Вологість, %, не більше | 14,0 | 14,1 |
| Зольність (у перерахуванні на суху речовину), %, не більше | 1,12 | 1,20 |
| Вміст металомагнітної домішки, мг на 1 кг борошна | 1,0 | 1,0 |
| Крупність помелу, %: залишок на ситі з шовкової тканини № 27 за ГОСТ 4403-91, трохи більше | 1,0 | 1,6 |
| прохід через сито з шовкової тканини № 38 за ГОСТ 4403-91, щонайменше | 98 | 90 |
| Зараженість шкідниками | Не виявлено | |

2.3 Визначення вмісту ліпідів та амінокислот в борошні з тритикале

Жирнокислотний склад ліпідів тритикалевого борошна визначали методом газової хроматографії на базі Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Bio Safety» ДДАЕУ.

Для аналізу використовуються не самі жирні кислоти, а їх похідні – метилові чи етилові ефіри. Підготовку проб здійснювали шляхом екстракції ліпідів з вихідного матеріалу гексаном з подальшим їх етилуванням. Екстракцію проводили за модифікованою методикою для кукурудзяного борошна ГОСТ 27670-88.

У зв'язку з меншою кількістю жиру в тритикаловому борошні наважку збільшували до 20 г, а час екстрагування – до 24 год. Відділення екстракту проводили в ділильній лійці, що має впаяний скляний фільтр, за допомогою водоструминного насоса. Отриманий екстракт переносили до приймача.

Екстракцію проводили ще 2 рази, після чого промивали ділильну лійку розчинником, що також переноситься в приймач. Гексан відганяли за допомогою компресора, після чого проводили етилювання та аналізували отримані ефіри на хроматографі «Колір-800»; як газ-носій використовували гелій.

Амінокислотний аналіз готових виробів проводили автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА Т-339.

Про біологічну цінність виробів судили за розрахунковими показниками: незамінних незамінних амінокислот, коефіцієнтом відмінності амінокислотного скоря.

Амінокислотний швидкий обчислювали за формулою:

$$AC = \frac{Ak_i}{Ak_c} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де Ak_i – вміст певної амінокислоти у випробуваному білку мг/100 г;

Ak_c – вміст тієї ж амінокислоти в білку-еталоні, мг/100 г.

Коефіцієнт відмінності амінокислотного скоря є середньою величиною надлишку амінокислотного скоря незамінних амінокислот порівняно з найменшим рівнем швидкості будь-якої амінокислоти і визначається за формулою:

$$KPAC = \sum \frac{\Delta PAC}{n}, \quad (2.2)$$

де n – число незамінних амінокислот;

$$\Delta PAC = AC - AC_{\min}.$$

Біологічну цінність (БЦ) білка визначали за такою формулою:

$$БЦ = 100 - KPAC. \quad (2.3)$$

Висновки по розділу.

В розділі описано сировину та матеріали, використані при лабораторному випіканні хліба. В роботі для отримання борошна використано зерно тритикале сортів Степова, Тальва 100, Привада, Розгар, Рондо, Херсон 44, вирощене в умовах Дніпропетровської, Кіровоградської та Полтавської областей, врожаю 2022 року.

Також визначено методики проведення лабораторних досліджень.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінка хлібопекарних властивостей борошна із зерна тритикале

Тритикалеве борошно перспективно використовувати в хлібопекарській виробництві нарівні з традиційними хлібопекарськими злаками, але для отримання з неї хліба хорошої якості необхідні технологічні розробки, пов'язані з модифікацією традиційних технологій. Висновок про доцільність використання тритикалевого борошна давали на основі оцінки її складу, властивостей та біологічної цінності.

Характеристики зерна є основним фактором для отримання хлібопекарської муки високої якості. Так, що вище маса 1000 зерен, то ціннішим є зерно, так як зі збільшенням значення цього показника, як правило, зростає крупність зерна, вміст ендосперму, знижується плівчастість. Ці властивості та висока склоподібність зерна забезпечують високий вихід борошна у розмельному процесі. Натура визначає вміст маси в одиниці обсягу сипучого продукту і, у свою чергу, залежить від багатьох показників - сферичності та стану поверхні частинок, коефіцієнта тертя, вологості, крупності, щільності. Чим вище перелічені показники, тим кращі борошномельні властивості має зерно. Нижче наведено результати дослідження борошномельних властивостей зерна тритикале (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Показники борошномельних властивостей зерна тритикале різних сортів

| Показник | Степова | Тальва 100 | Привада | Розгар | Херсон - 44 | Рондо |
|-----------------------|---------|---------------|---------|--------|----------------|-------|
| Вологість, % | 13,7 | 14,2 | 14,0 | 14,3 | 14,0 | 13,8 |
| Маса 1000 зерен, г | 50,2 | 56,5 | 42,8 | 51,6 | 44,3 | 47,0 |
| Склоподібність % | 58,2 | 78,4 | 67,4 | 70,5 | 65,3 | 82,7 |

| | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Натура, г/дм ³ | 675,6 | 693,5 | 685,7 | 681,3 | 700,0 | 690,5 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Найкращими борошномельними властивостями за сукупністю параметрів, відповідно до даних з табл. 3.1, володіє зерно тритикале сорту Тальва 100, що поступається за натурою сорту Херсон 44 (693,5 проти 700 г/дм³ відповідно), за склоподібністю (78,4 проти 82,7 %, відповідно) сорту Рондо.

Сорт Рондо поступається за показником «натура» сортам Херсон 44 та Тальва 100 (690,5 проти 700 та 693,5 відповідно) та за масою 1000 зерен сортам Тальва 100, Розгар та Степова (47,0 проти 56,5, 51,6 та 50,2, відповідно).

Далі, в ряду зниження цих показників, розташовуються сорти Розгар, Херсон 44, Привада, Степова.

Подрібнення зерна проводили на лабораторному млині з наступним - фракціонуванням борошна через сито № 38. Як контроль для порівняння таким же чином подрібнювали зерно пшениці та жита (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Показники борошна із тритикале перспективних сортів

| Борошно | Вологість, % | Газоутворююча здатність, см ³ за 5 год бродіння | Вміст клейковини % | Крупність помелу | | Зольність, % |
|--------------------|--------------|--|--------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|
| | | | | Прохід через сито № 38, % | Залишок на ситі № 27, % | |
| Пшеничне | 13,8 | 1520 | 28,0 | 96 | 2 | 1,16 |
| Житнє | 14,1 | 2020 | - | 96 | 2 | 1,20 |
| Із зерна тритикале | | | | | | |
| сорту: Степова | 14,2 | 1650 | - | 96 | 2 | 1,20 |
| Тальва | 14,5 | 1550 | 20,5 | 96 | 2 | 1,18 |
| Привада | 14,4 | 1730 | 16,5 | 96 | 2 | 1,20 |
| Розгал | 14,5 | 1570 | 18,0 | 96 | 2 | 1,17 |
| Херсон 44 | 14,5 | 1610 | - | 96 | 2 | 1,22 |
| Рондо | 14,3 | 1550 | 32,0 | 96 | 2 | 1,19 |

Як очевидно з табл. 3.2, газоутворювальна здатність тритикалевого борошна залежить від сорту. У борошна, змеленого із зерна тритикале Тальва 100, Розгар і

Рондо вона відноситься до середньої, характерної для пшеничного борошна, у решти – підвищене.

В результаті досліджень виявлено відмінності за змістом та якістю клейковини (табл. 3.3). Борошно, отримане з сорту Рондо, містить 32% мас клейковини, в інших сортах - від 16,5% (Привада) до 20,5% (Тальва 100).

Таблиця 3.3 – Показники якості клейковини тритикалевого борошна

| Борошно | Масова частка, % | Показники якості клейковини | | | |
|---------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|--------------------------------------|
| | | Колір | Еластичність | Розтягні - мість, см | Показники приладу ІДК-1, од. приладу |
| Пшеничне | 28,0 | Сіра | Еластична | 12 | 73 |
| Із зерна тритикале сорту: | | | | | |
| Тальва 100 | 20,5 | Кремовий | Малоеластична | 18 | 102 |
| Привада | 16,5 | Сіра | Малоеластична | 23 | 105 |
| Розгар | 18,0 | Сірувато-кремовий | Малоеластична | 20 | 105 |
| Рондо | 32,0 | Сіра | Еластична | 12,5 | 95 |

Результати проведених досліджень (табл. 2.3) дозволяють зробити наступний висновок: найбільш близьким до пшеничного за кількістю та якістю клейковини є тритикалева мука із зерна сорту Рондо, потім Тальви 100, Розгару та Привади, що пояснюється набутою сукупністю спадкових факторів - генотипом.

Пробні лабораторні випічки проводили за модифікованою нами рецептурою центральної лабораторії ВНДІХП [2], без додавання цукру і жиру і з введенням органічних кислот - молочної та аскорбінової, що замінює комплекс кислот - лимонної, яблучної та оцтової (табл. 3.4).

Замість тіста здійснювали на лабораторній тістомісильній машині протягом 5 хв і залишали для відлежування на 30 хв. Потім тісто обробляли на шматки масою 110 г і поміщали у формочки для хліба.

Таблиця 3.4 – Рецептатура приготування тіста

| Найменування сировини | Витрата сировини |
|----------------------------------|------------------|
| Тритикалеве борошно, г | 100 |
| Дріжджі, г | 3 |
| Сіль, г | 1,5 |
| Молочна кислота, см ³ | 1 |
| Аскорбінова кислота, г | 0,0075 |

Тривалість вистоювання становила 20-25 хв, випічки – 20 хв. Після випікання хліб охолоджували і після закінчення 3 год визначали його органолептичні та фізико-хімічні показники (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Фізико-хімічні показники якості хліба з тритикалевого борошна

| Показники | Хліб із тритикалевого борошна | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------|---------|--------|-----------|-------|
| | Степова | Тальва 100 | Привада | Розгар | Херсон 44 | Рондо |
| Вологість, % | 43,5 | 43,3 | 43,7 | 44,2 | 43,5 | 44,0 |
| Кислотність, град | 6,0 | 5,9 | 6,1 | 5,8 | 6,0 | 6,0 |
| Пористість, % | 54,0 | 62,0 | 57,0 | 60,0 | 56,0 | 66,0 |
| Питомий об'єм, см ³ /100 г | 170 | 185 | 175 | 181 | 175 | 192 |

За результатами пробних лабораторних випічок найкращими за показниками якості були вироби з борошна тритикале сортів Рондо і Тальва 100 (пористість 66,0 і 62,0 %, питомий об'єм 192 і 185 см³/100 г відповідно). Далі, в

порядку зниження цих показників, розташовуються сорти Розгар, Привада, Херсон 44, Степова (пористість 60-54%, питомий об'єм - 181-175 см³/100 г).

Для визначення біологічної цінності тритикалевого борошна визначали склад і кількість незамінних амінокислот. На рис. 3.1 наведено результати розрахунків по визначенню амінокислотного скору (АС) та біологічної цінності (БЦ).

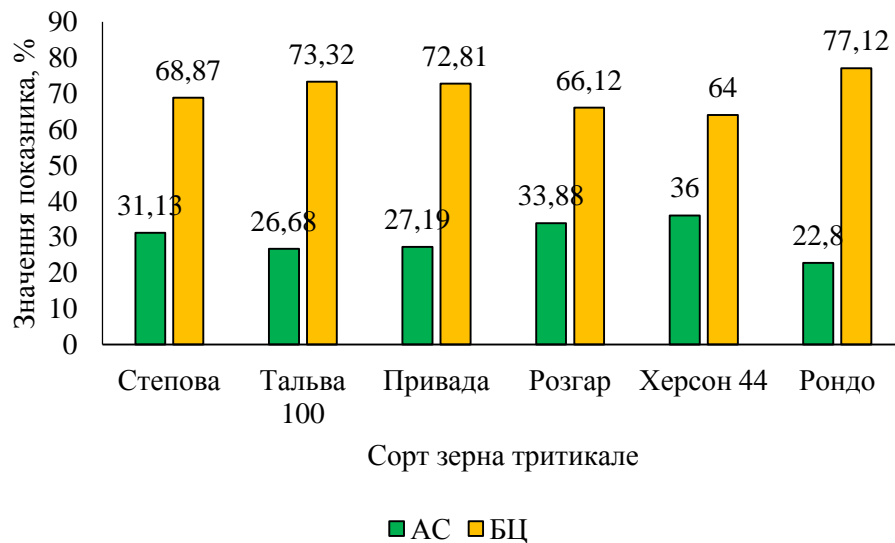


Рисунок 3.1 – Амінокислотний скор та біологічна цінність борошна із зерна тритика досліджених сортів

В цілому за результатами аналізу, найвищу біологічну цінність має тритикалеве борошно із зерна сорту Рондо (АС = 22,8 %, БЦ = 77,12 %) та дещо нижче – борошно із зерна сорту Тальва 100 (АС = 26,68 %, БЦ = 73,32 %). В інших проб борошна біологічна цінність нижче і вони розташовуються в наступному порядку: Привада (АС = 27,19%, БЦ = 72,81%), Степова (АС = 31,13%, БЦ = 68,87%), Розгар (АС = 33,88%, БЦ = 66,12%), Херсон 44 (АС = 36%, БЦ = 64%).

Таким чином, з точки зору показників якості, хлібопекарських властивостей та біологічної цінності найкращі показники має борошно із зерна тритикале сорту Рондо. Нині цей сорт проходить державні сортовипробування та у перспективі планується до районування. З сортів, що пройшли державні сортовипробування і

районованих у Центральнo -Чорноземному регіоні (Тальва 100, Розгар, Привада), найбільш перспективним для використання в хлібопекарській промисловості, є сорт Тальва 100.

Беручи за основу отримані результати було прийняте рішення подальші дослідження проводили з борошном, отриманим із зерна три тикале сорту Тальва 100, отриманої промисловим способом, як найбільш перспективним для виробництва хлібобулочних виробів. Також цей сорт є результатом селекції вітчизняних вчених і досить поширений серед посівів малих фермерських господарств, тому питання забезпеченості сировини в промисловому виробництві відійде на другий план.

Для більш повної характеристики складу борошна нами проведено дослідження з визначення складу ліпідів у порівнянні з ліпідами житнього та пшеничного борошна. Відомо, що для ліпідів зерна тритикале, як і для інших зернових культур, характерна мінливість кількісного складу жирних кислот.

До складу ліпідів тритикалевого борошна входять масляна, кахрилова, капринова, лауринова, тридецилова, міристинова, пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова кислоти, вміст яких склало 4,98; 3,83; 3,45; 3,00; 7,3; 37,21; 7,14; 4,24; 6,16; 20,68 та 0,76 % від суми жирних кислот, відповідно. Жирнокислотний склад ліпідів тритикалевого, житнього та пшеничного борошна наведено на рис. 3.2.

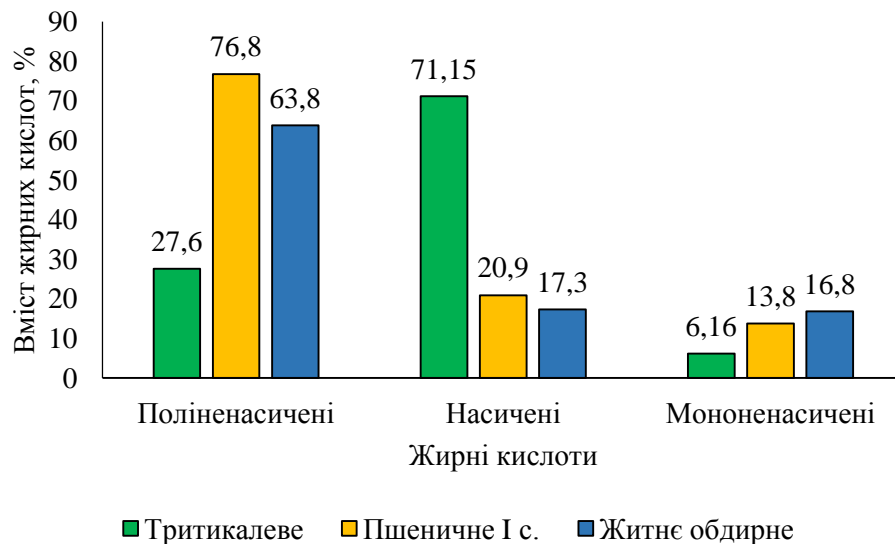


Рисунок 3.2 – Порівняльний аналіз вмісту жирних кислот в борошні

Як очевидно з рис. 3.2, за вмістом насичених жирних кислот тритикалеве борошно перевершує пшеничне, житнє, а за співвідношенням ненасичених і насичених жирних кислот поступається їм, що дещо знижує харчову цінність ліпідів тритикалевого борошна, але збільшує строк його зберігання.

В цілому ж досліджене тритикалеве борошно має властивості, близькі до суміші житнього та пшеничного, що слід враховувати при розробці технології хліба.

3.2 Розробка технології хліба з використанням продуктів переробки зерна тритикале

Незважаючи на більш високий, ніж для житнього і пшеничного борошна амінокислотний скор по лізину, вироби з борошна тритикале також не досягають ідеального скору і потребують поліпшення біологічної цінності. Для реалізації поставленої задачі проведено дослідження з використання білкового комплексу з тритикалевих висівок у технології тритикалевого хліба з метою підвищення його біологічної цінності.

За основу брали рецептуру дарницького хліба. У дослідні проби тіста вводили БПТВ та препарат L-лізинмоногідрохлорид.

Оптимальне дозування БПТВ та препарату L-лізинмоногідрохлориду для дослідної проби розраховане на основі даних щодо складу амінокислот тритикалевого борошна та БПТВ.

Рецептура і режимні параметри виробництва дослідних зразків хліба з додаванням борошна із зерна тритикале та тритикалевих висівок, як вторинного продукту переробки тритикале, багатого білком, наведено в табл. 3.6. Варто зазначити, що оптимальне дозування БПТВ - 5%, а L-лізинмоногідрохлориду - 0,12% до загальної маси борошна в тесті, при цьому біологічна цінність готових виробів збільшувалася на 48%.

Таблиця 3.6 – Рецептúra і режимні параметри виробництва тіста для дослідних зразків хліба

| Найменування сировини, напівфабрикатів та характеристики | Контроль | Дослідна проба |
|---|----------------|----------------|
| Борошно пшеничне 1 с, кг | 40 | - |
| Борошно житнє обдирне, кг | 45 | - |
| Борошно тритикалеве, кг | - | 85 |
| Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг | 0,5 | 0,5 |
| Сіль харчова, кг | 1,4 | 1,4 |
| Білковий продукт із висівок тритикале (у вигляді пасти), кг | - | 5 |
| L-лізинмоногідрохлорид, кг | - | 0,0012 |
| Закваска, кг | 71 | 71 |
| Вода, кг | за розрахунком | |
| Вологість тіста, % | 49,5 | 49,5 |
| Температура тіста, °C | 29 | 29 |
| Тривалість бродіння, хв | 120 | 90 |

Одним з найбільш важливих процесів, що протікають при бродінні тіста є процес накопичення органічних кислот, який характеризує інтенсивність метаболізму молочнокислих бактерій.

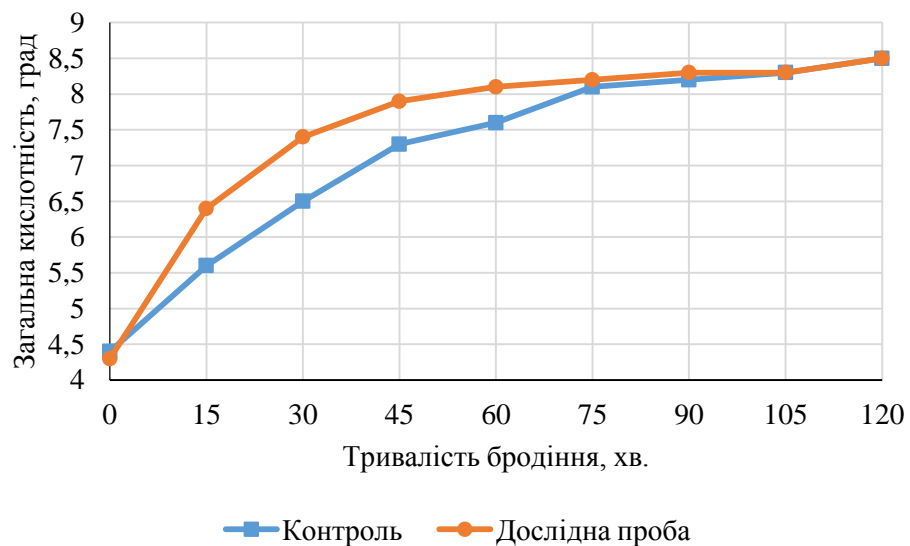


Рисунок 3.3 – Зміна кислотності тіста при бродінні

Як видно з рис. 3.3 задана кислотність тіста в дослідній пробі досягається за 90 хв, проти 120 хв в контрольній пробі. Інтенсифікація цього процесу відбувається за рахунок збільшення частки засвоюваного азоту, що вводиться з білковою добавкою з тритикалевих висівок і забезпечує активну життєдіяльність молочнокислих бактерій.

При введенні в тісто з тритикалевого борошна БПТВ реологічні властивості тесту покращуються за рахунок реакційної здатності білків, що вносяться з БПТВ, які викликають зміщення нативної рівноваги сульфгідрильних груп у бік утворення більшої кількості дисульфідних зв'язків. Так, до кінця бродіння частка дисульфідних зв'язків у дослідній пробі була на 11 % вищою, ніж у контролі (рис. 3.4), що зміцнювало тісто дослідної проби, надаючи йому бажаних реологічних властивостей.

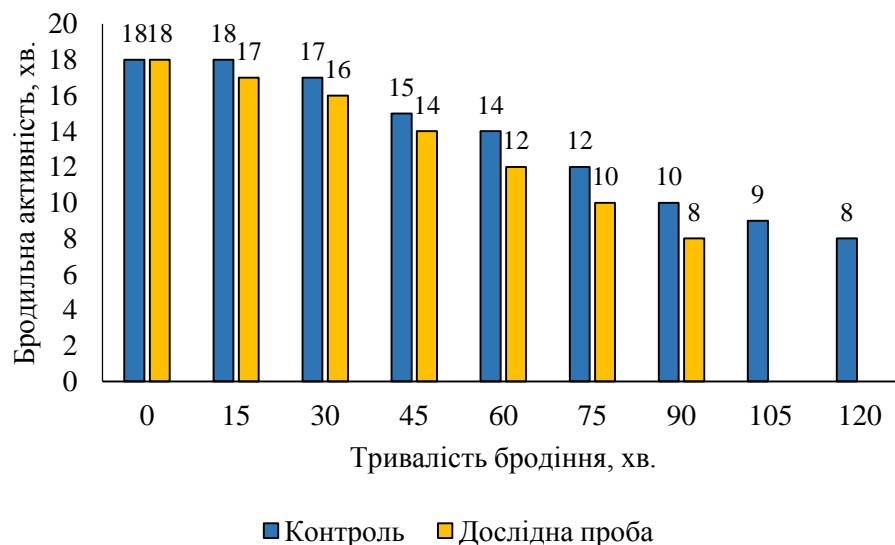


Рисунок 3.4 – Зміна бродильної активності тіста в процесі бродіння

Як видно з рис.3.4 бродильна активність дослідної проби через 90 хв бродіння склала 8 хв, у контролі це значення досягалося через 120 хв. Отже, у дослідній пробі створені сприятливіші умови, як для дріжджових клітин, так і для гетероферментативних молочнокислих бактерій.

Про реологічні властивості тіста судили щодо зміни його в'язкості (рис. 3.5) у процесі дозрівання.

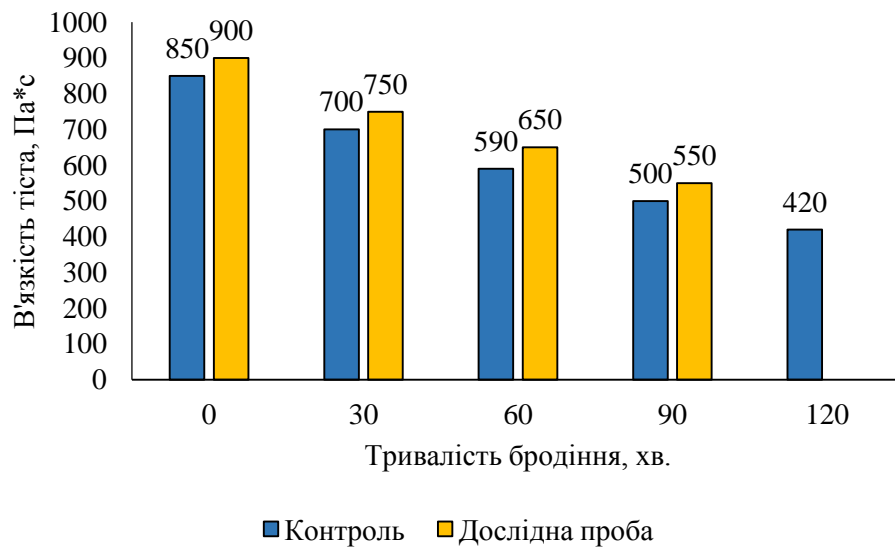


Рисунок 3.5 – Зміна в'язкості тіста у процесі бродіння

З рис. 3.5 видно, що з введенням БПТВ в'язкість тіста підвищується. Так, у дослідній пробі динамічна в'язкість тесту в кінці бродіння склала 550 Па·с, що на 24% вище значення цього показника контролю.

Показники якості готових виробів, що містять БПТВ і без нього, представлені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Показники якості готових зразків хліба

| Показники | Готові вироби | |
|--------------------------------|--|----------------------|
| | контроль | дослідна проба |
| Органолептичні: | | |
| - форма | Правильна | |
| - поверхня | Без великих тріщин та підривів | |
| - колір | Коричнева | Коричнева, з глянцем |
| Стан м'якшю: - пропеченість | Пропечений, не липкий, не вологий на дотик, еластичний | |

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| - проміс | Без грудочок та слідів непромісу |
| - пористість | Розвинена без порожнеч та ущільнень |

Продовження табл. 3.7

| Показники | Готові вироби | |
|---------------------------------------|--|--|
| | контроль | дослідна проба |
| Смак | Властивий даному виду виробу, без стороннього смаку | Властивий хлібу, оригінальний, без стороннього смаку |
| Запах | Властивий даному виду виробу, без стороннього запаху | Властивий хлібу, без стороннього запаху |
| Фізико-хімічні: | | |
| Вологість, % | 48,4 | 48,5 |
| Кислотність, град | 8,0 | 8,0 |
| Пористість, % | 60 | 64 |
| Питомий об'єм, см ³ /100 г | 192 | 190 |

З даних табл. 3.7 видно, що дослідна проба за показниками якості практично не поступається контролю.

Так як в результаті черствіння хліба здатність його високополімерів поглинати воду знижується, то про свіжість хліба можна також судити за показником намочуваності (рис. 3.6).

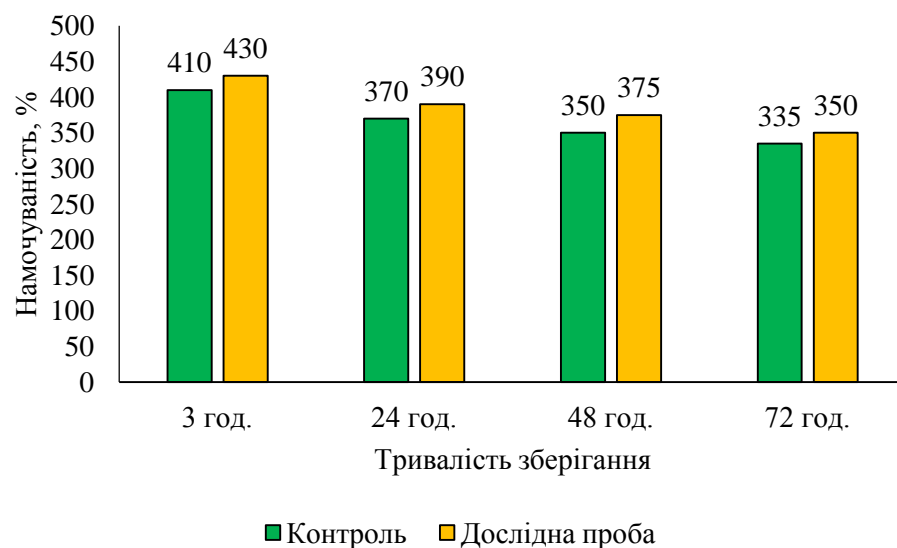


Рисунок 3.6 – Вплив додавання борошна з тритикале та БПТВ на намочуваність хліба в процесі зберігання

Як видно із рис. 3.6 дослідна проба мала кращий показник намочуваності в порівнянні з контролем. Так, через 72 год зберігання намочуваність дослідної проби на 25 % вище, ніж контрольної.

Таким чином, введення БПТВ у тісто з тритикалевого борошна дозволяє покращити біологічну цінність виробів, зберігши їх споживчі показники, притаманні хлібу, приготовленому за традиційною технологією.

Висновки по розділу.

Комплексне вивчення складу, хлібопекарських властивостей, біологічної цінності та борошномельних властивостей 6 нових високоврожайних сортів зерна тритикале, вирощених в Україні, дозволило виявити серед них найбільш перспективні (Рондо, Тальва 100). Зазначено, що властивості зерна варіюються у межах залежно від сорту.

Аналіз складу, характеристик, біологічної цінності тритикалевого борошна із зерна тритикале сорту Тальва 100, порівняно з житнім і пшеничним, виявив деякі його особливості. Встановлено, що тритикалеве борошно має клейковину, масова частка якої в 1,6 нижче, ніж у пшеничного борошна I сорту і відноситься до II групи якості, а також більший вміст білка, краще збалансованого за складом амінокислот.

У тритикалевому борошні відзначено більший вміст насичених жирних кислот близьке до житнього борошна. В цілому ж досліджене тритикалеве борошно мало властивості, близькі до суміші житнього та пшеничного, що слід враховувати при розробці технології хліба.

Встановлено, що оптимальне дозування БПТВ – 5%, а L-лізинмоногідрохлориду – 0,12% до загальної маси борошна в тесті, при цьому біологічна цінність готових виробів збільшувалася на 48%.

Визначено, що задана кислотність тіста в дослідній пробі досягається за 90 хв, проти 120 хв в контрольній пробі. Інтенсифікація цього процесу відбувається за рахунок збільшення частки засвоюваного азоту, що вводиться з білковою добавкою з тритикалевих висівок і забезпечує активну життєдіяльність молочнокислих бактерій.

Зафіксовано, що бродильна активність дослідної проби через 90 хв бродіння склала 8 хв, у контролі це значення досягалося через 120 хв. Отже, у дослідній пробі створені сприятливіші умови, як для дріжджових клітин, так і для гетероферментативних молочнокислих бактерій.

Визначено, що з введенням БПТВ в'язкість тіста підвищується. Так, у дослідній пробі динамічна в'язкість тесту в кінці бродіння склала 550 Па·с, що на 24% вище значення цього показника контролю.

Встановлено, що дослідна проба за органолептичними показниками якості практично не поступається контролю. При цьому, дослідна проба мала кращий показник намочуваності в порівнянні з контролем. Так, через 72 год зберігання намочуваність дослідної проби на 25 % вище, ніж контрольної.

Таким чином, введення БПТВ у тісто з тритикалевого борошна дозволяє покращити біологічну цінність виробів, зберігши їх споживчі показники, притаманні хлібу, приготовленому за традиційною технологією.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

4.1 Аналіз стану охорони праці при виробництві хліба і хлібобулочних виробів

Охорона праці є важливим аспектом при виробництві хліба та інших хлібних виробів. «Враховання норм та правил охорони праці допомагає забезпечити безпеку та здоров'я працівників, запобігти нещасним випадкам і професійним захворюванням. Є багато аспектів охорони праці, які варто враховувати в хлібопекарні» [26].

Безпечне обладнання та інструменти. Важливо, щоб усе обладнання та інструменти, які використовуються в процесі виробництва хліба, були в гарному стані, правильно налаштовані та безпечні для використання. «Регулярне технічне обслуговування та перевірка обладнання можуть допомогти уникнути виникнення аварійних ситуацій» [26].

Правильні умови праці. «Забезпечення комфортних умов праці включає відповідну вентиляцію, освітлення та температуру у приміщеннях хлібопекарні. Контроль за шумом та пилом також є важливим аспектом охорони праці» [26].

Захист від шкідливих речовин. У хлібопекарному виробництві можуть використовуватися речовини, які можуть бути шкідливими для здоров'я працівників, наприклад, хімічні речовини для очищення або пестициди для боротьби з шкідниками. «Важливо дотримуватися відповідних заходів безпеки, таких як використання захисного спорядження, проведення профілактичних заходів та правильне зберігання речовин» [26].

Навчання та інструктажі. Працівники хлібопекарні повинні отримувати достатню підготовку та навчання з питань охорони праці. Це включає ознайомлення з правилами безпеки, процедурами екстреної допомоги, правильним використанням обладнання та інструментів. «Інструктажі повинні проводитися регулярно та охоплювати всіх працівників» [26].

Аналіз та управління ризиками. Виробничий процес хлібопекарні повинен бути оцінений з точки зору потенційних ризиків для здоров'я та безпеки працівників. Це включає ідентифікацію можливих небезпек, оцінку ризиків та впровадження відповідних заходів для їх запобігання або зменшення.

Загальна мета охорони праці в хлібопекарні – забезпечити безпеку та здоров'я працівників, створити безпечні умови праці та запобігти нещасним випадкам та професійним захворюванням. Закріплення відповідальності за дотримання правил охорони праці та постійний контроль є ключовими факторами для забезпечення ефективної охорони праці в хлібопекарні.

Зважаючи на специфіку виробництва хліба, існують деякі конкретні аспекти охорони праці, які потрібно враховувати багато факторів.

Робота з обладнанням, таким як міксери, печі та ножі, може бути потенційно небезпечною. Важливо навчити працівників правильному та безпечному використанню цих пристроїв, а також надати їм необхідне захисне спорядження, таке як рукавиці, окуляри та фартухи, для запобігання травмам.

У хлібопекарні використовуються різноманітні інгредієнти та хімічні речовини, такі як дріжджі, пекарські добавки та очищувачі. Важливо правильно зберігати ці речовини, дотримуватися інструкцій щодо їх використання та забезпечити належну вентиляцію для запобігання отруєнням чи алергічним реакціям.

Печі та інші опалювальні пристрої в хлібопекарні можуть становити ризик пожежі. Необхідно регулярно перевіряти їх стан, забезпечувати наявність пожежних вогнегасників, а також навчати працівників правилам пожежної безпеки та евакуації.

Працівники хлібопекарні проводять тривалий час на ногах, піднімають важкі навантаження та виконують повторювані рухи. «Важливо забезпечити комфортні робочі умови, такі як адекватні столи та підлоги, підтримку для хребта та правильне позиціонування обладнання для зменшення ризику травм та м'язових напружень» [26].

Виробниче середовище може бути напруженим і стресовим, особливо в періоди пікової виробничої діяльності, такої як святкові періоди. Важливо створити підтримуючу атмосферу, сприяти комунікації та співпраці між працівниками, а також надавати можливості для відпочинку та відновлення.

Охорона праці є постійним процесом, і аналіз її стану на підприємстві дає можливість бачити, як принципи охорони праці втілюються на практиці. Розуміння важливості охорони праці та здійснення необхідних заходів можуть покращити безпеку та здоров'я працівників у галузі хлібопекарства.

4.2 Аналіз системи управління відходами на хлібопекарському виробництві

Управління відходами у хлібопекарському виробництві є важливим аспектом з точки зору охорони довкілля. Підприємства можуть впроваджувати методи переробки, утилізації та уникнення відходів з метою зменшення негативного впливу на довкілля та промоції сталого виробництва.

Під час виробництва хліба утворюються різноманітні відходи. Основні типи відходів, що виникають у процесі хлібопекарської діяльності, включають:

- «тістові залишки – залишки тіста, що залишаються після формування хлібних виробів. Ці залишки можуть бути використані для приготування інших продуктів, наприклад, солодоців або печива, або вони підлягають утилізації» [27].

- упаковка, яка використовується для упаковки хлібних виробів, така як папір, картон, пластикові пакети або плівка, може створювати відходи. «Оптимальне управління цими відходами включає їх переробку, утилізацію або використання екологічно чистих та відновлюваних матеріалів упаковки» [27].

- хлібні шматочки та хлібні крихти: Під час розрізання та упаковки хлібних виробів можуть виникати шматочки та крихти хліба. «Ці відходи можуть бути використані для виготовлення крихтяного хліба, хлібних крихтяних котлет або як складник для хлібних ковбасок або начинок».

- водні відходи. Виробництво хліба потребує використання значної кількості води для змішування тіста, миття обладнання та очищення. «Відходи води можуть містити залишки інгредієнтів та хімічних добавок, тому їх необхідно належно очищати або піддавати процесу переробки перед виливанням у водні джерела» [27].

- інші відходи. Наприклад, це можуть бути залишки інгредієнтів, використаних для приготування начинок, або відходи після чищення та обслуговування обладнання.

Охорона довкілля є важливим аспектом при виробництві хліба, оскільки цей процес може мати вплив на навколишнє середовище.

Зменшення споживання енергії є одним з ключових аспектів охорони довкілля. Хлібопекарні можуть використовувати енергоефективне обладнання та системи управління енергією для зменшення споживання електроенергії та інших видів енергії. Також «можна використовувати альтернативні джерела енергії, такі як сонячні панелі, для забезпечення часткового живлення» [27].

«Виробництво хліба потребує використання великих кількостей води для змішування тіста, миття обладнання та очищення» [27]. Важливо ефективно використовувати воду та встановлювати системи рециркуляції, щоб зменшити водні витрати та уникнути забруднення водних джерел.

«Хлібопекарні повинні дотримуватися вимог щодо утилізації та переробки відходів» [27]. Важливо належно управляти твердими відходами, такими як упаковки та залишки виробництва, шляхом їх переробки або утилізації. Стічні води, що виникають у процесі виробництва, повинні бути очищені перед скиданням у водні джерела.

Виробництво хліба може впливати на довкілля через використання хімічних добавок, пакувальних матеріалів та інгредієнтів. Хлібопекарні можуть зменшити свій вплив на довкілля шляхом вибору екологічно чистих та відновлюваних матеріалів, а також впровадження програм переробки та утилізації упаковки.

«У процесі пекарської діяльності можуть виділятися шкідливі речовини, такі як випаровування з обладнання або продукти горіння. Важливо встановлювати ефективні системи вентиляції та очищення повітря, щоб зменшити викиди забруднюючих речовин у атмосферу» [27].

Охорона довкілля є важливим завданням для хлібопекарних підприємств. Впровадження екологічно відповідних практик не лише сприяє збереженню навколишнього середовища, але й сприяє поліпшенню репутації підприємства та задоволенню потреб споживачів, які все більше цінують екологічно чисті продукти.

Висновки по розділу.

Проаналізовано стан охорони праці при виробництві хліба і хлібобулочних виробів. Є багато аспектів охорони праці, які варто враховувати в хлібопекарні: безпечне обладнання та інструменти, правильні умови праці, захист від шкідливих речовин, навчання та інструктажі, аналіз та управління ризиками.

Виконано аналіз системи управління відходами на хлібопекарному підприємстві. Охорона довкілля є важливим аспектом при виробництві хліба, оскільки цей процес може мати вплив на навколишнє середовище. Під час виробництва хліба утворюються різноманітні відходи. Основні типи відходів, що виникають у процесі хлібопекарської діяльності, включають: тістові залишки, упаковка, яка використовується для упаковки хлібних виробів, хлібні шматочки та хлібні крихти, водні відходи і інші відходи.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення розрахунків в даному розділі є визначення розмірів витрат дослідження та економічної доцільності роботи в цілому.

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

План проведення дослідження з обґрунтування технології виробництва хлібобулочних виробів з додаванням борошна із зерна тритикале наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

| Шифр робіт i-j | Найменування робіт | Тривалість робіт t_{ij} , (дні) |
|----------------|---|-----------------------------------|
| 1-2 | Визначення теми дослідження | 2 |
| 2-3 | Проведення огляду літературних джерел | 15 |
| 3-4 | Планування етапів та графіку проведення експериментальних досліджень | 3 |
| 4-5 | Оцінка хлібопекарних властивостей борошна із зерна тритикале | 15 |
| 5-6 | Розробка технології хліба з використанням продуктів переробки зерна тритикале | 20 |
| 5-7 | Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.) | 1 |
| 6-7 | | 1 |
| 7-8 | Формулювання висновків по роботі на основі результатів | 5 |
| 8-9 | Розробка демонстраційного матеріалу для публічного захисту кваліфікаційної роботи | 4 |

5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [28].

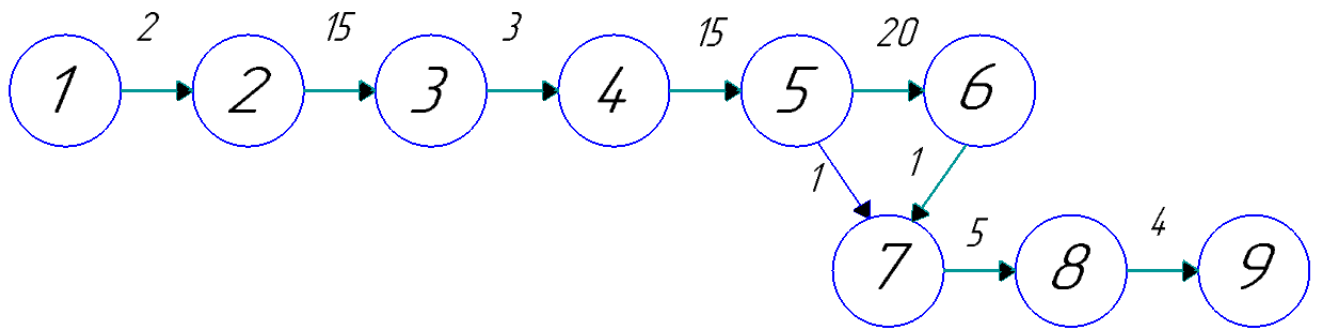


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка можливо формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої» [28]. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9} = 2 + 15 + 3 + 15 + 20 + 1 + 5 + 4 = 65 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-7-8-9} = 2 + 15 + 3 + 15 + 1 + 5 + 4 = 45 \text{ днів};$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр} = L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9}$.

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- «ранній термін здійснення події (T_i^p) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.

- пізній термін здійснення події (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої» [28].

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^n – пізній термін здійснення події;

T_i^p – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

| Номер події | T_i^p , дні | T_i^n , дні | R_i , дні |
|-------------|---------------|---------------|-------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 2 | 0 |
| 3 | 17 | 17 | 0 |
| 4 | 20 | 20 | 0 |
| 5 | 35 | 35 | 0 |
| 6 | 55 | 55 | 0 |
| 7 | 56 | 56 | 0 |
| 8 | 61 | 61 | 0 |
| 9 | 65 | 65 | 0 |

Далі визначаються резерви часу:

а) «повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі» [28]:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) «вільний резерв часу роботи (R_{ij}^e) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.3)» [28]:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

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

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^n) визначається по формулі (5.4)» [28]:

$$K_{ij}^n = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де $L_{\max ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях.

Проводимо розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

| Шифр робіт, і-ј | Вільний резерв, R_{ij}^e , (дні) | Повний резерв, R_{ij}^n , (дні) | Коефіцієнт напруженості |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1-2 | 0 | 0 | 0,00 |
| 2-3 | 0 | 0 | 0,04 |
| 3-4 | 0 | 0 | 0,27 |
| 4-5 | 0 | 0 | 0,40 |
| 5-6 | 0 | 0 | 0,78 |
| 5-7 | 20 | 20 | 0,30 |
| 6-7 | 0 | 0 | 0,86 |
| 7-8 | 0 | 0 | 0,93 |
| 8-9 | 0 | 0 | 1,00 |

Таким чином, використання сітьового планування допомагає правильно організувати заходи, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів.

При аналізі складеного сітьового графіку встановлено, що критичний шлях триває 65 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням.

Отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним, і він може бути рекомендований до затвердження та виконання.

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [28].

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

| Найменування матеріалу, одиниці | Кількість | Ціна за одиницю, грн | Сума, грн |
|-------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Зерно тритикале, кг | 30 | 5,50 | 165,00 |
| Борошно пшеничне вищого гатунку, кг | 10 | 17,00 | 170,00 |
| Борошно житнє обдирне, кг | 2 | 23,00 | 46,00 |
| Висівки тритикале, кг | 2 | 102,00 | 204,00 |

Продовження табл. 5.4

| | | | |
|--------------------------------------|-----|--------|--------|
| Дріжджі хлібопекарські пресовані, кг | 0,5 | 300,00 | 150,00 |
| L-лізинмоногідрохлорид, кг | 0,5 | 46,00 | 23,00 |
| Сіль кухонна, кг | 1 | 19,00 | 19,00 |
| Всього | | | 777,00 |

«Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу» [28]. Розрахунки зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

| Посада | Середньо-місячний заробіток, грн | Середньо-годинний заробіток, грн | Кількість людино-годин | Сума, грн |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------|
| Дипломний керівник | 8000 | 50,00 | 20 | 1000 |
| Всього | | | | 1000 |

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного соціального внеску. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{містом.} = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 2,68 = 53,06 \text{ грн};$$

$$E_{вист.ш.} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 2,68 = 72,36 \text{ грн};$$

$$E_{ел.ліч} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,68 = 96,48 \text{ грн};$$

$$E_{ваз} = 0,8 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 2,68 = 21,44 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{містом.} + E_{вист.ш.} + E_{ел.ліч} + E_{ваз} = 53,06 + 72,36 + 96,48 + 21,44 = 243,34 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходяться за формулою (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{містом.} = \frac{5000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 2,74 \text{ грн};$$

$$A_{вист.ш.} = \frac{7000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 3,83 \text{ грн};$$

$$A_{ел.ліч} = \frac{3500 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,92 \text{ грн};$$

$$A_{ваз} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

| Устаткування | Вартість, грн | Річна норма амортизації, % | Час роботи, днів | Витрати на амортизацію, грн |
|----------------------|---------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|
| Тістомісильна машина | 5000 | 20 | 1 | 2,74 |
| Шафа вистоювальна | 7000 | 20 | 1 | 3,83 |
| Піч електрична | 3500 | 20 | 1 | 1,92 |
| Ваги лабораторні | 4000 | 12,5 | 1 | 1,37 |
| Всього | | | | 9,86 |

«Накладні витрати – це витрати, пов’язані із опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки, ремонтом приміщень, страхуванням навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу та інші господарські витрати» [28].

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$NB = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

| Витрати | Сума, грн |
|--------------------------------|-----------|
| Основні матеріали | 777,00 |
| Заробітна плата | 1000,00 |
| Нарахування на заробітну плату | 220,00 |

Продовження табл. 5.7

| Витрати | Сума, грн |
|------------------|-----------|
| Електроенергія | 243,34 |
| Амортизація | 9,86 |
| Накладні витрати | 800,00 |
| Всього | 3050,20 |

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну платню, які складають 32,7 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією обладнання, і склали 0,3 % від загальної суми витрат.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8)» [28]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 3050,20 + \frac{30 \cdot 3050,20}{100} = 3965,26 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 3965,26 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 65 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну платню, які складають 32,7 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією обладнання, і склали 0,3 % від загальної суми витрат.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3965,26 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатом огляду науково-технічної літератури було встановлено можливість використання борошна із зерна тритикале для отримання хлібобулочних виробів. Опублікованих досліджень з цієї тематики мало і, в основному, спрямовані на використання борошна із тритикале в сумішах з борошном пшеничним.

Останнім часом, завдяки роботі селекціонерів з'явилося чимало перспективних високоврожайних сортів тритикале, у зв'язку з чим актуальною є розробка нових та модифікація традиційних технологій для одержання хлібобулочних виробів із тритикалевого борошна. При цьому використання тритикалевого борошна дозволить знизити нестачу житнього борошна, розширити сировинну базу хлібопекарської галузі, скоротити кількість операцій при підготовці борошна до виробництва, збільшити асортимент хлібобулочних виробів, підвищити їх біологічну цінність.

Комплексне вивчення складу, хлібопекарських властивостей, біологічної цінності та борошномельних властивостей 6 нових високоврожайних сортів зерна тритикале, вирощених в Україні, дозволило виявити серед них найбільш перспективні (Рондо, Тальва 100).

Газоутворювальна здатність тритикалевого борошна залежить від сорту. У борошна, змеленого із зерна тритикале Тальва 100, Розгар і Рондо вона відноситься до середньої, характерної для пшеничного борошна, у решти - підвищена.

Виявлено відмінності та за вмістом та якістю клейковини. Борошно, отримане з сорту Рондо, містить 32% мас клейковини, в інших сортах - від 16,5% (Привада) до 20,5% (Тальва 100). Встановлено, що тритикалеве борошно має клейковину, масова частка якої в 1,6 нижче, ніж у пшеничного борошна I сорту і відноситься до II групи якості, а також більший вміст білка, краще збалансованого за складом амінокислот.

Визначено, що задана кислотність тіста в дослідній пробі досягається за 90 хв, проти 120 хв в контрольній пробі. Інтенсифікація цього процесу відбувається за рахунок збільшення частки засвоюваного азоту, що вводиться з білковою добавкою з тритикалевих висівків і забезпечує активну життєдіяльність молочнокислих бактерій.

Зафіксовано, що бродильна активність дослідної проби через 90 хв бродіння склала 8 хв, у контролі це значення досягалося через 120 хв. Отже, у дослідній пробі створені сприятливіші умови, як для дріжджових клітин, так і для гетероферментативних молочнокислих бактерій.

Визначено, що з введенням БПТВ в'язкість тіста підвищується. Так, у дослідній пробі динамічна в'язкість тесту в кінці бродіння склала 550 Па·с, що на 24% вище значення цього показника контролю.

Встановлено, що дослідна проба за органолептичними показниками якості практично не поступається контролю. При цьому, дослідна проба мала кращий показник намочуваності в порівнянні з контролем. Так, через 72 год зберігання намочуваність дослідної проби на 25 % вище, ніж контрольної.

Таким чином, введення БПТВ у тісто з тритикалевого борошна дозволяє покращити біологічну цінність виробів, зберігши їх споживчі показники, притаманні хлібу, приготовленому за традиційною технологією.

Проаналізовано стан охорони праці при виробництві хліба і хлібобулочних виробів. Серед основних аспектів охорони праці, які варто враховувати в хлібопекарні: безпечне обладнання та інструменти, правильні умови праці, захист від шкідливих речовин, навчання та інструктажі, аналіз та управління ризиками.

Виконано аналіз системи управління відходами на хлібопекарному підприємстві. Основні типи відходів, що виникають у процесі хлібопекарської діяльності, включають: тістові залишки, упаковка, яка використовується для упаковки хлібних виробів, хлібні шматочки та хлібні крихти, водні відходи і інші відходи.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3965,26 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лихочвор В. В. Рослинництво: навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 816 с.
2. Мерко І. Т. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна / І. Т. Мерко, В. А. Моргун. Одеса, 2001. 207 с.
3. Пузік Л. М., Пузік В. К., Рожков А. О. Якісні характеристики зерна тритикале ярого. Інженерія переробних і харчових виробництв. 2017. № 2 (1). С. 67-71.
4. Лісничий В. А. Господарсько цінні та поживні властивості зернового ярого тритикале / В. А. Лісничий, В. К. Рябчун, В. І. Шатохін // Науковий вісник Нац. агр. ун-ту, 2002. Вип. 40. С. 34–38.
5. Господарська цінність ярих тритикале / В. К. Рябчун // Бібліотечний вісник. 2003. Режим доступу до журн.: <http://ukrseeds.narod>
6. Костецька К. В. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю // Збірник наукових праць уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС. 2011. С. 127-134.
7. Костецька К. В. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна озимої пшениці та ярого тритикале //Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Частина. 2012. Т. 1. С. 192-195.
8. Любич В. В., Железна В. В., Стратуца Я. С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості //Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. №. 3. С. 133-143.
9. Martinek P. Agronomic and Quality Characteristics of Triticale (X Triticosecale Wittmack) with HMW Glutenin Subunits 5+10. Journal of Cereal Science. 2008. 47. P. 68–78.
10. Fraś A. Variability in the Chemical Composition of Triticale Grain, Flour and Bread. Journal of Science. 2016. 71. P. 66–72.

11. Любич В. В., Железна В. В., Грабова Д. М. Якість кексів з тритикале, зба-гаченого пастою гарбузовою. Збірник Уманського НУС. 2021. Вип. 99. С. 17–28.
12. Gil Z. Effect of Physical and Chemical Properties of Triticale Grain on its Milling Value. *Plant Breeding and Plant Science*. 2002. 46. P. 23–29.
13. Kandrokov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. V. 7(1). P. 107–117.
14. Esra A. Ç., Ugur B. K. Grain yield and quality of triticale lines. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2010. 8(2). P. 558–564.
15. Dennett A. L., Trethowan R. M. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. *Cereal Research Communications*. 2013. vol. 41(3). P. 448–457.8. Tayyar S. Some Chemical and Technological Properties of Turkish Triticale (*Triticosecale* Wittm.) Genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. No 19. P. 9891–9898.
16. Зайцев О., Ковальов В. Нові сорти тритикале: морфобіологічні і техноло-гічні особливості. Пропозиція. 2003. No 11. С. 50–52.
17. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна трити-кале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. No 1. С. 6–9.
18. Liubych V., Novikov V., Zheliezna V., Prykhodko V., Petrenko V., Khomenko S. et al. Improving the process of water-heat treatment and peeling of different fractions of grain triticale during the production of cereals. *Easten-european journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 3, No 11 (99). P. 40–51.
19. Любич В. В., Железна В. В., Стратуца Я. С. Використання тритикале у виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності //The 4 th International scientific and practical conference - Achievements and prospects of modern scientific research (March 7-9, 2021) Editorial EDULCP, Buenos Aires, Argentina. 2021. 306 p. 2021. С. 36.

20. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: Підруч. / С.В.Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін.. // За заг.ред.д-ра хім..наук.проф. С.В.Іванова. К.:НУХТ. 2012. 487 с.

21. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення. Наукові доповіді НУБіП України. 2013. № 2 (38). 8 с.

22. Mergoum H.I., W.H. Pfeiffer, R.J. Peca, K. Ammar, S. Rajaram Triticale crop improvement: the CIMMYT programme//Triticale improvement and production. FAO Plant production and protection paper 179 – Rome. 2004. P.11-22

23. Є.А. Дмитрук, В.В. Новіков Удосконалення луштиння зерна тритикале під час виготовлення крупи // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. - №2.- 2014.- С.16-18.

24. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале / О.І. Рибалка, В.В. Моргун, Б.В. Моргун, В.М. Починок // Фізіологія рослин та генетика. 2015. Т. 47, № 2. С. 95-111.

25. Amaya A. Current status of hexaploid triticale quality / A. Amaya, B. Skovmand // Genetics and Breeding of Triticale. – 1985. – P. 603-606.

26. Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів ДНАОП 1.8.10-1.27-02.

27. Крусір Г. В. Оцінка екологічної безпеки хлібних виробів //Харчова наука і технологія. 2013. №. 1. С. 84-87.

28. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.

ДОДАТКИ