

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розробка технології виготовлення хліба з додаванням нового
виду борошна**

Виконав: студент 6 курсу, групи МХм-61
спеціальності _____

181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

Рудь А. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кухтин М. Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Лісовська Т. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Покотило О. С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кравець О. І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2021

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних			
Ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	25.01.21 р. – 26.02.21 р.	
2.	Складання схеми досліджень	21.06.21 р. – 25.06.21 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	29.06.21 р. – 05.07.21 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	06.07.21 р. – 27.07.21 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.21 р. – 24.09.21 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	27.09.21 р. – 01.10.21 р.	
7.	Закінчення написання розділів	04.10.21 р. – 29.11.21 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	03.12.21 р.	

Студент

_____ (підпис)

Рудь А. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кухтин М. Д.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Теоретичні аспекти використання різного виду борошна в технології виробництва хліба	11
1.2	Характеристика поживної цінності борошна спельти та перспектив її використання у виробництві хліба	16
1.2.1	цінка амінокислотного складу різного видового борошна	20
1.2.2	Технологічні та органолептичні властивості борошна та хліба із спельти	21
1.3	Реологічні властивості тіста із борошна різних видів	24
1.3.1	Стабільність та розтяжність тіста протягом часу	25
1.4	Вплив різних видів борошна на якісні показники виготовленого хліба	26
1.5	Вплив білків борошна на якість хліба	28
1.6	Добавки, що використовуються для поліпшення пшеничного борошна і сорго	29
1.7	Підсумки з огляду літературних джерел	30
2	Матеріали і методи досліджень	31
2.1	Фізико-хімічні методи дослідження	33
2.2	Статистичні методи	33
3	Результати досліджень та їх обговорення	34
3.1	Порівняльна характеристика борошна із звичайної пшениці та пшениці із виду спельти	34
3.2	Дослідження технологічних властивостей тіста із різним вмістом борошна спельти	36

3.3	Дослідження фізико-хімічних властивостей готових виробів із вмістом борошна спельти	46
	Висновки і пропозиції виробництву	54
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	55
4.1	Вимоги до виробничого освітлення та його нормування на підприємствах консервної промисловості	55
4.2	Розробка заходів захисту тварин та сировини від уражень сильно діючих отруйних речовин (СДОР)	57
	Список використаних джерел	62
	Додатки	72

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 77 с., 9 рис., 4 табл., 96 джерел.

БОРОШНО СПЕЛЬТИ, ХЛІБ ІЗ СПЕЛЬТИ, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ЯКІСТЬ ХЛІБА З СПЕЛЬТИ.

Об'єкт дослідження: борошно пшеничне, спельтове, тісто, хліб.

Метою роботи було дослідити зміни фізико-хімічних показників у тісті та хлібі виготовлених з різним вмістом пшеничного і спельтового борошна.

Методи дослідження: органолептичні, фізико-хімічні, спостереження, статистичні.

Проведено дослідження з визначення змін фізико-хімічних показників у тісті та хлібі виготовлених з різним вмістом пшеничного і спельтового борошна. Встановлено, що борошно спельти за показником вмісту клейковини та її розтяжність мало придатне для виготовлення традиційного хліба. Проте, за протеїновим, амінокислотним, макро- і мікроелементним складом спельта значно цінніша і корисніша за пшеничне борошно. Встановлено, що найоптимальнішим варіантом щодо додавання борошна спельти до пшеничного за показником кислотності тіста на кінець бродіння є концентрація від 30 до 50 % від загального вмісту борошна. Додавання у рецептурний склад хліба 40 – 50 % спельтового борошна зменшувало на 15,3 – 19,7 %, відповідно, питомий об'єм тіста на закінчення процесу бродіння. Також за такого вмісту спельтового борошна знижується на 10 % газоутворювальна здатність та на 16,2 та 21,3 % формостійкість тіста, порівняно з пшеничним тістом. Для оптимального корисного ефекту, щодо покращення поживної і харчової цінності хліба від введення борошна спельти у рецептурний склад та не суттєвого зниження його питомого об'єму є кількісний вміст спельти 40 %. За такого вмісту спельти втрати пов'язані з питомим об'єм знижується на $13,2 \pm 0,2$ %. При цьому у даному зразку хліба величина пористості становила $70,2 \pm 0,1$ %, а вологість – $45,8 \pm 0,2$ %, що відповідає нормативним значенням.

Вступ

Актуальність теми. Нині в сучасному світі та в Україні широкого впровадження набувають технології з розробки нових видів харчових продуктів, які характеризуються більшою харчовою цінністю та краще переносяться організмом споживачів. Хліб і хлібобулочні вироби – це продукти, які споживаються людьми практично кожен день і по декілька раз на добу. Тому питання щодо покращити його властивості ставилося перед людством завжди. Проте останнім часом завдяки різним технологіям з обробки зерна і отримання борошна у рецептурний склад хліба вводять різні види борошна та фітодобавки для надання йому все нового смаку, аромату та покращення і доповнення його корисного хімічного складу.

Постановка проблеми. Застосування інновацій в хлібопекарській галузі композитного борошна натякають на ретельну процедуру змішування різних видів борошна для створення поживних продуктів вищої якості з одночасним збільшенням рентабельності. Незважаючи на те, що рецептура композитного борошна з спельти та пшениці має вирішальне значення для харчових продуктів з підвищеною цінністю, вироблені продукти мають характеризуватися прийнятними сенсорними властивостями для більшості споживачів [50].

Використання борошна спельти для виробництва хліба має бути науково-обґрунтоване спираючись на дослідження про властивості борошна під час бродіння, що визначає якість готового продукту. Відомо, що перетравність білка спельти становить близько 83 % і приблизно на 5 % вище, ніж засвоюваність протеїну пшениці [19]. Більш того, вміст альбуміну та глобуліну в спельті, порівняно з пшеницею є подібним, тоді як співвідношення між гліадином : глютеніном у борошні спельти більше. Однак, як показали генетичні тести, склад білків клейковини у спельті та пшениці подібний, тому спелту разом з її продуктами не можна вживати людям, які страждають на целиацію [10]. Варто зауважити, що, на думку деяких авторів, клейковина

спельти має менший алергенний ефект порівняно з пшеницею [21, 14], це пов'язано з більшим вмістом цинку, який є кофактором протеолітичних ферментів. Спельта також містить більшу кількість загального жиру, включаючи ненасичені жирні кислоти (олеїнову, лінолеву) та мінерали, такі як залізо, калій, магній, селен, порівняно з пшеницею [14]. Завдяки корисному хімічному складу зерна, спельта має властивості, що сприяють оздоровленню, і використовується для профілактики захворювань шлунково-кишкового тракту, кровоносної системи або мета-хвороби [12].

Отже, використання давно забутого борошна спельти у виробництві хліба вважається актуальним та носить на меті покращити його біологічну цінність. Проте, для ефективного застосування борошна спельти у хлібопекарському виробництві необхідно провести комплекс досліджень з визначення його впливу на фізико-хімічні показники тіста і готових виробів.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – дослідити зміни фізико-хімічних показників у тісті та хлібі виготовлених з різним вмістом пшеничного і спельтового борошна.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- здійснити теоретичний аналіз щодо використання різного виду борошна в технології виробництва хліба;
- провести порівняльну характеристику цінності борошна із звичайної пшениці та пшениці із виду спельти;
- дослідити технологічні властивості тіста із різним вмістом борошна спельти;
- дослідити фізико-хімічні властивості готових виробів із вмістом борошна спельти;
- розробити технологічну схему виробництва хліба звичайного із вмістом борошна спельти.

Об'єкт дослідження – борошно пшеничне, спельтове, тісто, хліб.

Предмет дослідження – зміни фізико-хімічних показників у технології виготовлення хліба із вмістом борошна спельти.

Методи досліджень: органолептичні, фізико-хімічні, спостереження, статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що найоптимальнішим варіантом щодо додавання борошна спельти до пшеничного за показником кислотності тіста на кінець бродіння є концентрація від 30 до 50 % від загального вмісту борошна. Додавання у рецептурний склад хліба 40 – 50 % спельтового борошна зменшувало на 15,3 – 19,7 %, відповідно, питомий об'єм тіста на закінчення процесу бродіння. Також за такого вмісту спельтового борошна знижується на 10 % газоутворювальна здатність та на 16,2 та 21,3 % формостійкість тіста, порівняно з пшеничним тістом. Для оптимального корисного ефекту, щодо покращення поживної і харчової цінності хліба від введення борошна спельти у рецептурний склад та не суттєвого зниження його питомого об'єму є кількісний вміст спельти 40 %. При цьому у даному зразку хліба величина пористості становила $70,2 \pm 0,1$ %, а вологість – $45,8 \pm 0,2$ %, що відповідає нормативним значенням.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано для покращення біологічної і харчової цінності хліба водити у його склад до 40 % борошна спельти.

Особистий внесок здобувача. Полягає в здійсненні теоретичного аналізу щодо використання різного виду борошна в технології виробництва хліба, пошуку і опрацювання методик для проведення досліджень, виконанні фізико-хімічних, органолептичних досліджень, формуванні висновків, пропозицій та написанні магістерської роботи.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науковій конференції: Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти: тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 20–21 травня 2021 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя (Додаток А).

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах: Рудь А., Кухтин М., Кравченко Х. Нові види борошна в технології виробництва і хлібобулочних виробів. Збірник тез конференції, Тернопіль, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя – та ін., 2021, Травень 20-21, С. 29 (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, розділів: огляду літератури, матеріалів і методів, результатів дослідження та їх обговорення, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, списку літератури та додатків. Роботу викладено на 77 сторінках і містить 4 таблиці, 9 рисунків. Список літератури містить 96 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Теоретичні аспекти використання різного виду борошна в технології виробництва хліба

Хліб – це хлібобулочний продукт, основні інгредієнти якого складаються з води, борошна, солі, дріжджів, цукру, жиру, які перед випіканням перемішують і бродять з утворенням в'язкоеластичного тіста [1]. Існує безліч видів хліба, що розрізняються за складовими смаку, текстурними властивостями, розміром, формою та умовами випікання. У багатьох частинах світу, що розвивається, споживання хліба постійно зростало через зміну режиму харчування та постійне зростання населення. У будь-якому випадку більшу кількість пшеничного борошна, необхідного для приготування хліба, потрібно імпортувати, що дорого коштує. Непшеничні зерна мають дефіцит білків клейковини (гліадинів та глютеніну), тому отримані тістові суміші характеризуються поганими в'язкопружними та текстурними властивостями [2]. В'язкопружна мережа служить передумовою під час замішування тіста для покращення стійкості до механічних навантажень та затримки газу, що утворюється під час бродіння [3].

Спельта – це оригінальна форма пшениці. Пшениця спельта (*Triticum aestivum ssp. Spelta*) – це стародавній під вид звичайної пшениці, створеної, ймовірно, в результаті природного схрещування між видами козячої трави (*Aegilops squarrosa*) та емеру пшениця (*Triticum dicoccum*) [4, 6]. У порівнянні з пшеницею, спельта має вищий (150 – 200 см), довгий пухкий колос (15 – 20 см), зерна якого оточені лушпинням [6]. Південно-західна Азія, ймовірно, була батьківщиною її вирощування; тоді як масштабне вирощування відбувалося в період неоліту, у Німеччині, Австрії, Швейцарії,

Бельгії, Республіці Чехія, Словаччині, Канаді та Австралії [7, 8, 9, 10]. Тоді зерно використовувалося для годування тварин, тоді як борошно-сировина для виробництва різних видів хлібних виробів, круп, макаронних виробів або тістечок.

Сьогодні результати селекції в поколіннях сімейств спельти, які можуть стати цікавою альтернативою звичайному пшеничному борошну. Борошно спельти має більш високу харчову цінність, порівняно з пшеничним борошном через більший вміст білка, жирних кислот, вітамінів та мінералів. Продукти на основі борошна з спелти мають користь для здоров'я, знижуючи рівень холестерину та глюкози в крові. Прикладом може бути хліб [11].

Перевагою спельти є її висока пристосованість до екстремальних, іноді несприятливих умов вирощування. Пшениця спельта може рости в гірських районах, на слабких і мало родючих ґрунтах. Більш того більше, його вирощування не вимагає використання добрив та засобів захисту, як у випадку з пшеницею [12, 6, 13, 14]. Помітна стійкість зерна до зовнішніх факторів є результатом присутності лушпиння, яке є природним захисним бар'єром. Клеї, які щільно покривають зерно спельти, захищають його від хвороб, шкідників сільськогосподарських культур, важких металів або залишків пестицидів [15, 5].

Однак, низький врожай спелти та труднощі, що виникають на етапі її видалення, крім того короткий та ламкий колос, сприяли маргіналізації її вирощування на користь вирощування звичайної пшениці, що характеризується загалом більшою врожайністю [16, 5]. Незважаючи на вищезгадані недоліки, нещодавно спостерігається відродження вирощування спельти, особливо в органічних фермах. Це пов'язано з високою харчовою цінністю зерна спельти, збільшенням споживчих потреб і зацікавленості функціональною їжею та надвиробництвом звичайних брендів хліба.

Сорго (*Sorghum bicolor L. Moench*) посідає 5 місце після кукурудзи, рису, пшениці та ячменю серед найважливіших зернових культур у світі,

походження яких, як вважається, з Африки, Індійського океану, Австралії та Тихого океану. Він використовувався переважно як їжа людини в країнах, що розвиваються, і як основне джерело корму в деяких розвинених країнах [47, 48]. У деяких частинах вищезгаданих районів наявність води є основним обмежуючим фактором для рослинництва, що характеризується повторними та значними засухами [49]. Як би там не було, дефіцит клейковини білка сорго робить його бажаною заміною для хворих на целіакію [49]. Інновації в галузі композитного борошна натякають на ретельну процедуру змішування різних видів борошна для створення поживних продуктів вищої якості з одночасним збільшенням рентабельності. Незважаючи на те, що рецептура композитного борошна з сорго та пшениці має вирішальне значення для харчових продуктів з підвищеною цінністю, вироблені продукти мають характеризуватися прийнятними сенсорними властивостями споживачів [50]. Реологічні оцінки є ідеальною методологією, яка в основному використовується для оцінки показників якості та текстури хлібобулочних виробів, таких як хліб. Це має особливе значення щодо розробки продукції та контролю якості [51, 52].

Поглиблені знання про характеристики якості зерна сорго дуже важливі, оскільки вони мають великий вплив на якість кінцевого продукту [53]. Такі проблеми, як дубильні речовини, колір зерна, біофортифікація, твердість зерна, потенціал активності амілази є предметом занепокоєння [48]. Це пояснюється тим, що кожен гібрид має різні характеристики якості зерна, які можуть визначати якість кінцевого продукту та застосування [54].

Результати проведених досліджень стосуються визначення основних складових пшениці сорго борошна та його результати використовуються для аналізу, чи відповідає борошно очікуваним параметрам складу. Це має першочергове значення у формулюванні продуктів для забезпечення дотримання споживачами встановлених стандартів, законів та безпеки продуктів. Взаємодія білків клейковини, пшеничного крохмалю та ліпідів

має важливе значення для утворення в'язкоеластичного тіста у хлібопеченні [55, 56]. Вміст вологи є функцією умов збирання та зберігання після збирання, які впливають на фізичні та хімічні аспекти харчових продуктів, тому заміна сорго призвела або до збільшення, або до зменшення вологості композиційної борошна [57]. Низький вміст вологи знижує ймовірність зростання мікробів у продукті через низьку активність води [58, 59].

Повідомлення про збільшення частки сорго призвело до значного зменшення вмісту білка, що свідчить про те, що в зерні сорго було менше вміст білка порівняно з пшеничним борошном, яке було використано [60].

Дослідники [56] прийшли до висновку, що при встановленні загального вмісту білка зі збільшенням борошна сорго висота піку та поглинання води зменшуються, а час розробки тіста помітно збільшується. Різниця в поглинанні води між борошном сорго та пшеничним борошном пояснюється білками глютену. По суті, збільшення борошна сорго в кінцевому підсумку послабило білкову мережу, що призвело до більш тривалого часу розробки та зменшення міцності тіста.

Крохмаль є значним джерелом накопиченої енергії, що міститься в рослинах та його. Важливість у виготовленні хліба визначається його властивостями поглинання води, клейстеризацією, поведінкою приклеювання, кристалізацією та поведінкою ретроградації під час розвитку тіста та випікання [61]. Вміст вуглеводів у складеному борошні сорго та пшениці, коливався від 72 % до 79 %, де крохмаль становив близько 90 %. Борошно сорго має порівнянні кількості крохмалю порівняно з пшеничним борошном, проте зі значно меншою α -амілазою (40 % – 50 %) та амілолітичною (10 %) активністю, порівняно з пшеничним борошном [62]. Амілаза також відповідає за затримку газу під час бродіння у хлібі, і це пояснюється взаємодією між крохмалем та клейковиною у виготовленні тіста, що створює стабільну мережу, яка перешкоджає згортанню хліба, тим самим гальмуючи реакції підсмажування та карамелізації Майяра, які

відповідають за посилення ароматів і колір скоринки під час процесу випікання [62].

Отже, збільшення додавання сорго призвело до негативних наслідків атрибутів вмісту крохмалю щодо реологічних характеристик тіста та якості хліба.

Більш високі значення жиру, клітковини та золи в сорговому борошні можна пояснити тим, що сорго не було знезаражене та очищене від лущення перед подрібненням, видалення зародків призводить до зменшення вмісту ліпідів у борошні. Вміст жиру ізолює білки від води, щоб уповільнити процес утворення клейковини. Звідси причина, чому збільшення додавання сорго призвело до зменшення розтяжності тіста та зменшення обсягу хліба. Щодо низького вмісту золи, повідомленого Sibanda et al. [60] незважаючи на те, що використання борошна з цільного сорго можна віднести до сита 0,2 мм, яке вони використовували. Тоді як Амір та ін. [57] використовували сітку розміром 20 мм, що призводило до високого вмісту волокна та золи. Вміст золи може негативно позначитися на кольорі локшини з більшим вмістом золи, що, ймовірно, призведе до потемніння локшини [63]. Тому можна припустити, що підвищений вміст золи вплинув на більш темний колір сорго-пшеничного хліба заміни вище 25 %.

Коли борошно виходить добре, воно зволожує швидше і рівномірніше, поверхню свіжої локшини виходить більш гладкою і менш прожилкою, а якість приготування краща. Тому розмір частинок борошна суттєво впливає на якість локшини без пшениці. Чим дрібніше борошно, тим якісніша локшина без пшениці [64]. Траппі та ін. [65] також дійшли висновку, що склад борошна з сорго та розмір часток впливають на якість безглютенового хліба. Вони також відзначили, що борошно з меншою кількістю клітковини та меншим розміром частинок (60 % екстракційного борошна) дає хліб з більш прийнятними характеристиками, такими як об'єм, структура крихти, колір та текстура. Зменшення розміру частинок може мати значний вплив на фізико-хімічні зміни, спричинені збільшенням поверхні контакту частинок,

і це може вплинути на якість харчових продуктів. Дослідниками [66] зазначено, про значно більший ($P < 0,05$) об'ємно-зважений розмір частинок борошна, як для білого (151,60 мкм), так і для червоного (203,10 мкм) борошна сорго порівняно з контролем пшениці (85,40 мкм). Вони пояснили більший розмір частинок борошна сорго зменшенням засвоюваності крохмалю *in vitro* сорго-пшениці на всіх рівнях заміщення, чому сприяє наявність поліфенолів сорго та взаємодії крохмалю з білком, які пов'язані з дисульфідними зшиваними зв'язками в білках сорго [66]. Лю та ін. [68] відзначили, що твердіше ядро і більший розмір ядра були пов'язані з високою шкодою крохмалю в їх дослідженні локшини сорго. Хетчер та ін. [70] повідомляли, що локшина, приготована з борошна з дрібним розміром частинок від 85 до 110 мкм, демонструє поліпшені текстурні характеристики, ніж ті, що готуються з борошна з крупними розмірами частинок. Нуго та співавт. [69] повідомили у своєму дослідженні, що борошно сорго має більш грубі частинки борошна порівняно з пшеницею. В результаті отримали, що для зразка хліба з додаванням сорго 30 % зменшився питомий об'єм (зразок сорго 4,8 см³, контроль пшениці 3,50 см³), а твердість крихт збільшилася (зразок сорго 11,50 г, контроль пшениці 24,10 г). Це можна пояснити поганою ємністю газу. Однак у межах того ж дослідження ферментована та висушена група сорго призвела до поліпшення питомого об'єму хліба (3,8 см³) порівняно з групою необробленого сорго (3,5 см³) [69].

1.2. Характеристика поживної цінності борошна спельти та перспектив її використання у виробництві хліба

Використання борошна спельти для виробництва хліба є важливою інформацією про властивості бродильного борошна, що визначає якість готового продукту. Кількість виділеного вуглекислого газу визначає обсяг хліба. Такі знання є корисними для розробки рецептів хліба із спельти на основі борошна зі здоровим пшеничним хлібом із додаванням спелтового

борошна. Крім того, сильні характеристики бродіння борошна перешкоджають використанню матеріалів, що збільшують обсяг хліба [11].

Вища харчова цінність спельти порівняно з пшеницею є результатом загального більш високого вмісту білка з корисним амінокислотним складом. Вміст білка в зерні спельти коливається від 13,1 % [17] до 18,4 % [18]. Протеїн спелти багатий на численні незамінні амінокислоти (лізин, лейцин, ізолейцин), що визначає його поживну цінність [19, 20, 5].

Перетравність білка спельти становить 83 % і приблизно на 5 % вище, ніж засвоюваність протеїну пшениці [19]. Більш того більше, вміст альбуміну та глобуліну в спельті, порівняно з пшеницею є подібним, тоді як співвідношення гліадин : глютенін більше. Однак, як показали генетичні тести, склад білків клейковини у спельті та пшениці подібний; тому спелту разом з її продуктами не можна вживати людям, які страждають на целіакію [10]. Варто зауважити, що, на думку деяких авторів, клейковина спельти має менший алергенний ефект порівняно з пшеницею [21, 14]. Кемпбелл [22] стверджує, що це пов'язано з більшим вмістом цинку, який є кофактором протеолітичних ферментів. Спельта також містить більшу кількість загального жиру, включаючи ненасичені жирні кислоти (олеїнову, лінолеву) та мінерали, такі як залізо, калій, магній, селен, порівняно з пшеницею [14]. Завдяки корисному хімічному складу зерна, спельта має властивості, що сприяють оздоровленню, і використовується для профілактики захворювань шлунково-кишкового тракту, кровоносної системи або мета-хвороби [12]; але може бути сировиною для виготовлення хліба та виробництва макаронних виробів.

технологічна корисність спельти визначається кількістю та якістю клейковини [12, 5]. Насправді спельта містить більше клейковини, яка, однак, має сильні пом'якшувальні властивості. Наявність такої клейковини у тісті згубно впливає на його реологічні властивості та здатність уловлювати газ під час бродіння [23, 5, 20]. Тому хліб з борошна спельти

має загалом менший об'єм, ніж пшеничний хліб, але характеризується винятковим злегка горіховим смаком.

Однак, завдяки цим особливостям, споживачі, нудьгуючи за традиційною формою та смаком хліба, часто шукають такий хліб.

Реологічні властивості борошна з спельти можна покращити, додавши пшеничне борошно. З іншого боку, дослідження селекції, а також наукові дослідження спрямовані на отримання нових ліній спельти, які зернові поєднуюватимуть, як високу харчову цінність, так і сприятливу, подібну до пшениці, технологічні властивості [14].

Однак, в літературі мало відомостей про особливості спрямування змін у борошні спельти в результаті селекції.

Також дослідженнями проведено порівняльну оцінку реологічних властивостей стародавньої пшеничної борошна (емер, спельта та хорасан), вирощеної в тих же умовах. Їх оцінювали за хімічним складом, кількістю вологої клейковини, якістю, кінетикою агрегації та руйнування, витримкою тіста, а також змішуванням та термічною поведінкою. Високий вміст вологої клейковини в борошні спельти призводить до утворення міцної клейковинної мережі з найвищим водопоглинанням та максимальною висотою тіста під час розстойки порівняно з іншими сортами. Хорасанське борошно, хоча і має дуже низький вміст вологої клейковини, демонструвало найвищу стійкість тіста як під час перемішування, так і бродіння завдяки високому індексу клейковини. Незважаючи на те, що він характеризується високим вмістом вологої клейковини, дуже низький індекс клейковини емермерного борошна впливає на процес розвитку тіста, що призводить до найменшої висоти тіста та вираженої втрати висоти тіста під час бродіння, а також до найнижчого відсотка газу, що затримується у тісті, порівняно з іншими видами [5].

У дослідженнях [24] дослідники перевіряли реологічні властивості борошна спельти і пшеничного. Встановлено, що перевірені тести на спельту відрізнялися за вмістом клейковини та реологічними властивостями проти

пшеничного. Пшеничне тісто містило менше клейковини, ніж те, що було написано на спелті. У свою чергу, в Ostro cv було найбільше вмісту глютену. Водопоглинання борошна старих сортів спельти було подібним, а лінія STN 8 характеризувалася найвищим значенням цього параметра. Тісто із спельти продемонструвало більш тривалий час розробки та більшу стабільність у порівнянні з пшеничним тістом. Тісто із спельти було загалом більш стійким до механічної обробки, ніж пшеничне тісто. Найбільший опір перемішуванню виявлено у тіста ліній STN 11 та STN 8. Однак слід зазначити гіршу якість клейковини спельти, оскільки ця функція обмежує інтенсивність обробки. Тому рекомендується збільшувати час замішування, але при низькій швидкості замішування мішалок. Тісто з борошна франкенкорн було найбільш близьким до борошна пшеничного за реологічними властивостями.

Тісто, вироблене зі старих сортів спельти, було більш стійким до розтягування порівняно з новими лініями. Крім того, тісто із спельти (особливо лінія STN 8 та лінія STN BFc) виявляло меншу стійкість для розширення та більшої розтяжності у порівнянні з порівняно з пшеничним тістом. Таке тісто слід піддавати короткому бродінню (менше години).

Автори вказують, що занадто велике подовження часу бродіння тіста із спельти може призвести до надмірного розтягування, що призведе до погіршення якості як тіста, так і хліба. Загалом у цих дослідженнях дослідники показали, що час бродіння тіста із спельти, що характеризуються більшою стабільністю та стійкістю до розтягування, слід продовжити до 2 годин, щоб розвинути кращу структуру. До таких тістів належали, наприклад, тіста з Frankenkorn CV та лінії STN 46-14. Отже, слід підкреслити, що сорт і лінія розмноження впливають на хлібопекарські властивості борошна та якість хліба. Процес випікання борошна із спельтою призвів до нижчого виходу тіста та хліба, а також до більших втрат у печі порівняно з випіканням пшеничного борошна. Найбільший обсяг хліба виробляли лінія STN 8 та борошно лінійки STN BFc.

Проте, хліб із спельтою мав менші обсяги порівняно з пшеничним. Лінія STH 11 із сприятливими реологічними параметрами не показала хороших результатів у випічці. Хліб, отриманий із цієї спельти, був досить твердим і мав низьку пористість та об'єм. Найбільш високою оцінена пористість хліба. З досліджених сортів і ліній спельти, борошно лінії STH 8 мала найкращі властивості, подібні до пшеничних. Цей нова лінія спельти (STH 8) може ініціювати новий сорт виведення з хорошими та повторюваними параметрами випічки. Успіх виведення дозволить виробляти хліб виключно на основі борошна спельти, без необхідності виробляти борошно з пшеничної спельти, що не послідовно перемішується.

Отже, дослідники вказують, що для отримання хліба із характеристиками, які задовільняють споживачів та технологів, необхідно борошно спельти змушувати з борошном пшеничним.

1.2.1. Порівняльна оцінка амінокислотного складу різного видового борошна

У дослідженнях [19] визначали загальний білок, склад амінокислот та засвоюваність білка *in vitro* відбірних стародавніх пшениць та їх макаронних виробів, зернових та хлібних виробів для сніданку та порівнювали з тими, що виробляються з твердих сортів та звичайної пшениці.

Значення протеїну в цілих стравах варіювалося серед пшениці з стародавньої твердої спельти з найвищим вмістом (17,7 %). Спостерігалися незначні відмінності у складі амінокислот, причому в лизину найнижчий, а у вмісті глютамінової кислоти – найбільший. Перетравність білків *in vitro* у пшениці була подібною, в середньому 86,7 % порівняно з 97,6 % для казеїну. Подрібнення старовинної пшениці в манну крупу та борошно дещо знизило вміст лізину, але збільшило вміст глютамінової кислоти. Переробка та варіння манки у макаронні вироби призвели до незначного зменшення лізину, сірковмісних амінокислот та триптофану. Розшарування борошняних

суспензій на барабанній сушарці зменшило показник лізину приблизно на 4 одиниці, тоді як випікання м'якої спельти та звичайної пшениці у лаваші збільшило загальний білок та лізин. Сушіння та випікання в барабані дещо збільшують засвоюваність білка сніданку та лаваша.

Загалом, білки у відібраних стародавніх пшеницях поживно порівнювались з білками нинішніх пшениць, і їхній амінокислотний склад зазнавав подібного впливу шляхом подрібнення та обробки.

1.2.2. Технологічні та органолептичні властивості борошна та хліба із спельти

Інші дослідження [10] вивчали якість випікання борошна, отримана із зерна 7 сортів спельти (*Triticum spelta* L.) та зерна однієї звичайної пшениці (контрольна проба), вирощеної у Польщі в контрольованих агротехнічних умовах відповідно до правил екологічного землеробства. Борошно, отримане з зерна більшості досліджуваних сортів спельти, показало більший вихід мокрої клейковини та загальний вміст білка, порівняно з контролем, але цей білок мав гіршу технологічну якість, ніж білок борошна із зерна звичайної пшениці сорту Korweta. На це вказують значно менші значення тестових значень в борошні з спельти. Аналізуючи результати лабораторного випікання, було встановлено, що хліб, отриманий з дослідженого борошна з спельти, може мати якість, порівнянну з якістю хліба із зерна борошна звичайної пшениці сорту Korweta, і навіть за деякими параметрами якості хліба – може показати кращу якість, ніж контрольний хліб.

Багато досліджень повідомляють, що зерно та борошно з спельти використовуються, зокрема, у для виробництва різних видів хліба [7], зернові страви, макаронів [25, 26], крупу, супи [16, 27, 28], а також печиво та солодоці [29, 30]. Використовується – це зерно в стані технологічної зрілості, так зване «Зелене зерно».

Борошно, отримане з пшениці спельти, може стати чудовою сировиною для виробництва дуже якісного хліба [31, 32, 33, 34]. Хліб із спельтою добре випікається, отримані хлібці не розсипаються під час різання і характеризуються злегка горіховим смаком та запахом [8, 27]. Здебільшого німецькомовні країни спеціалізуються на виробництві традиційних видів хліба з спельтою, наприклад, у південній Німеччині випікають особливий вид спельтового хліба під назвою Oberschwäbische Seelen [33, 34]. Під час виробництва пирога із спельтою слід зазначити, що тісто із спельти може мати пухку консистенцію, ніж тісто з борошна звичайної пшениці. Причина у тому, що він чутливий до інтенсивної механічної обробки під час перемішування (клейковина з поганими реологічними властивостями) [35, 36].

Дослідження, проведені досі, показують, що борошно з спельти (особливо високоекстрактивне) містить більше загального жиру (включаючи більше олеїнової кислоти та фітостеролів), вітамінів (PP, B6, D, провітамін А, токофероли), мікро- (P, Fe, Zn, Cu) та макроелементи (K, Mg, Na) стосовно борошна, отриманого із звичайного зерна пшениці, що доводить його вищу харчову цінність [29, 30, 32, 37, 38, 39]. Крім того, спельта багатша білком, який характеризується відносно високою біологічною цінністю. Цей білок має значно вищу засвоюваність (83 %) та значно вищий індекс NPU (61), ніж звичайний білок пшениці (засвоюваність 78 %, а NPU = 57) [40]. Характеризується подібним вмістом альбумінів та глобулінових фракцій та більшим вмістом фракцій гліадину у співвідношенні до глютенінів порівняно із звичайною пшеницею. Співвідношення Gli / Glu становить 1,25 та 1,13 відповідно [40, 41].

Оскільки це є результатом порівняльного аналізу послідовності амінокислот, амінокислот – проламінів різних видів *Triticum*, склад білків клейковини у зерні спельти досить близький до складу того самого білки в зерні звичайної пшениці, які як зерно спельти, так і продукти, отримані з неї, не можуть споживати люди, які страждають на целиакію [31 42, 43, 38 41].

Публікується інформація про те, що деякі споживачі, що страждають на целиацію, переносять продукти із спельти (наприклад, хліб) [34, 27, 28, 30]. Відповідно до однієї гіпотези, толерантність клейковини спельти може бути обумовлена більш високим вмістом цинку в зерні цього зерна. Цинк, як відомо є кофактором ряду ферментів у травній системі, що може призвести до підвищення активності протеолітичних ферментів та полегшення перетравлення алергену – гліадину [34].

Однак, згідно з чинними стандартами, Кодекс Аліментаріус (ВООЗ / ФАО) включає спельту, як і всі інші види *Triticum* або їх гібриди, до злакових культур, протипоказаних для вживання в безглютенову діету [44].

Спираючись на вище вказане, необхідно проводити наукові дослідження та поширювати інформацію щодо умов вирощування та технологічної цінності наявних сортів спельти. Це важливо, оскільки зерно спельти є потенційним джерелом цінної сировини – борошна для виробництва різних видів хліба.

Багато авторів у своєму дослідженні також показують більший загальний вміст білка в спельті порівняно зі звичайною пшеницею [29, 40, 41, 17, 33, 38]. Однак є автори, які повідомляють про ще більший загальний вміст білка в борошні спельти (навіть до 20% DM), ніж значення, представлені в цій статті [7, 16, 31, 25].

На підставі результатів лабораторного випікання слід зазначити, що борошно, отримане з зерна деяких випробуваних сортів спельти, можна отримати з порівнянною якістю до пшеничного борошна, зазвичай звичайного сорту Korweta, і навіть - у разі деяких параметрів, що описують якість хліба - вище, ніж якість хліба, отриманого зі стандарту .

Була виявлена кореляція між стисливістю крихти перевірених хлібів, оціненої інструментальним методом під час випробування на стиск, та ступенем еластичності їх крихти, оціненою органолептичною оцінкою хліба. Як правило, більша величина для стисливості крихти (у Н/мм) відповідала нижчому ступеню її еластичності. Аналізуючи непрямі детермінанти

хлібопекарської цінності борошна та результати лабораторного випробування випікання хліба із зерна перевірених сортів, було виявлено, що немає прямої кореляції між результатами одного та другого аналізу. Це вказує на необхідність проведення пробного випікання в лабораторії для правильної оцінки пекарської цінності обраного борошна

У дослідженнях [45] виявлено, що досліджуване пшеничне борошно характеризується оптимальним рівнем активності амілолітичних ферментів. Проте, незважаючи на більший вміст білка в борошні спельти та більший вихід вологої клейковини порівняно з контрольним пшеничним борошном, здатність до набухання білкової системи борошна з спельти виражена в кількості осадження відповідно нижча. Зерно спельти є хорошою сировиною для виробництва хлібного борошна, воно тісно залежить від виду спельти. З борошна, одержаного із зерна випробуваних сортів спельти, можна отримати хліб порівнянної якості і навіть - у разі таких параметрів, які описують якість хліба, як: його ефективність - загальна втрата випічки, пористість крихт, нарізка, смак та запах - перевищували якість хліба, отриманого за стандартом (контрольне борошно з пшениці звичайної). Беручи до уваги загальний бал за сенсорні особливості та перевірені фізико-хімічні особливості, найвищою якістю характеризується хліб із спельтою таких сортів: Оберкульмер Роткорн, Чералію, Остро, Швабенспельц (35 балів відповідно) 35, 30, 29 балів), потім звичайний пшеничний хліб сорту Корвета (27 балів) і спельтовий хліб таких сортів: Швабенкорн, Франкенкорн та Гольстенкорн (відповідно: 26, 25, 25 балів).

1.3. Реологічні властивості тіста із борошна різних видів

Відносна кількість води, що поглинається основними складовими борошна, вважається основним параметром, що додає реологічні властивості тіста та якості борошна, що стосується випікання. Як показують дослідження Sibanda et al. [60] що значне зниження водопоглинаючої здатності борошна

з 57,73 % для 100 % пшеничного борошна до 53,03 % для 30 % композитного борошна. Це може бути пов'язано з низькими водопоглинаючими властивостями просяного та соргового борошна [30]. Тоді як нижче поглинання води не бажане, оскільки це було ідентифіковано з більш швидким черствінням хліба [71]. Цікаво, що Акаїаку та ін. [19] повідомляли, що поглинання води композиційних сумішей борошна збільшується із збільшенням заміщення сорго в діапазоні від 2,85 г/см³ для 100 % пшеничного борошна до 3,28 г/см³ для 80 % сорго-пшеничного борошна. Вони пояснили свої результати більш високим вмістом 100 % білка борошна сорго (14,27 %) та вуглеводів (70,57 %), тоді як контрольна пшениця зафіксувала найнижчий вміст білка (11,23 %) та вуглеводів (17,05 %).

Отже, це свідчить про те, що вибір гібриду з високим вмістом білка та вуглеводів міг би покращити водопоглинаючу здатність складеного борошна. Торрес та ін. [73] виявили, що тісто, що містить 30% заміни зразків борошна на сорго, має більш високе водопоглинання, ніж ті, що містять борошно більш грубого помелу, яке бажано в хлібному борошні.

1.3.1. Стабільність та розтяжність тіста протягом часу

Дослідження повідомляють, що час розвитку тіста та стабільність тіста зменшуються із збільшенням заміщення сорго пшеничного композитного борошна. Збільшення часу розробки тіста в поєднанні зі зменшенням стійкості тіста свідчить про ослаблення структури глютенної мережі в процесі замішування [60]. Однак, в інших відповідних висновках вони помітили, що додавання екструдованого сорго збільшує водопоглинання, час розробки тіста та зменшує стабільність композиційного тіста з пшениці та сорго. Вважалось, що клейстеризація крохмалю є причиною збільшення індексу водопоглинання борошна сорго за допомогою екструзійного варіння.

Отже, включення екструдованого борошна з сорго має схильність до збільшення водопоглинання композиційного тіста з сорго та пшениці. Збільшення водопоглинання може зменшити взаємодію вода-клейковина, а отже, час розробки тіста з такого композитного тіста збільшується [75]. Тісто з більш розтяжним характером особливо важливо для покращення затримки газу під час випікання, що призводить до хорошого об'єму батона [76]. Хусейн та ін. [76] повідомляли, що розтяжність 100 % пшеничного контрольного тесту поступово зменшувалася з 156 мм до 77 мм 40 % -ного пшеничного тесту на сорго, тоді як Sibanda et al. [60] також зафіксували подібні результати зменшення розтяжності з 132 мм для 100 % пшеничного контрольного тіста до 36 мм для 30 % композиційного борошняного тіста. Висновки Sibanda et al. [60] та Хусейн та ін. [76] на розтяжність тіста негативно вплинуло на об'єм зразків хліба, оскільки обидва вони зафіксували зменшення об'єму від контрольної пшениці до останнього ступеня заміни сорго. Можливо, ці зміни були наслідком збільшення білків кафірину з борошна гідрофобного сорго, які не функціональні, оскільки надають тісту необхідні в'язкопружні якості. Тоді як розтяжність тіста демонструвала збільшення як максимального напруги на розрив, так і об'єму хліба із збільшенням кількості доданого зеїну [78].

1.4. Вплив крохмалю різних видів борошна на якісні показники виготовленого хліба

Прогресування крохмалю під час желатинізації та ретроградації є суттєвими детермінантами його функціональних властивостей для харчової промисловості. Ці властивості впливають на якість, прийнятність, дієтичну користь та термін придатності готових хлібобулочних продуктів [75]. Вважається, що ретроградація крохмалю має негативний вплив у світлі його значного внеску у черствіння хліба та інших продуктів, багатих крохмалем, що може спричинити скорочення терміну зберігання та прийнятність для

споживачів, що призведе до критичних відходів, а також призведе до значних втратів під час технологічних процесів [79]. Дахір та ін. [80] зауважили, що властивості склеювання, як правило, до 10 % додавання сорго були порівнянні з контролем пшениці зі зниженням пікової в'язкості, що пояснюється збільшенням розірваних гранул крохмалю сорго, що послаблювало зв'язки клейковинни, в'язкість занижувалась через розрив гранул через зсув, тоді як зменшення та низькі значення відступу свідчили про тенденцію до ретроградної дії, а інші параметри йшли за тією ж траєкторією, що свідчить про те, що додавання сорго негативно впливало на властивості склеювання. Було виявлено, що бродіння сорго викликало зменшення в'язкості, одночасно збільшуючи час склеювання та температуру склеювання. Ці властивості впливають на приготування хліба, оскільки для випікання потрібна більш висока температура випікання.

Отже, ця нижча в'язкість свідчила про більш високу температуру склеювання борошна. Пошкодження крохмалем є ключовим компонентом якості хліба.

Пошкоджений крохмаль схильний до розкладання амілази, що призводить до збільшення кількості цукрів для ферментації дріжджів, а отже, і збільшення кількості газу, що виробляється дріжджами. Слід зазначити, що більш висока деградація крохмалю, швидше за все, послаблює крохмальний гель, який є ключовим у формуванні хліба за відсутності глютенів зав'язків [82]. Високі показники міцності та міцності на розрив були відзначені у розмірі дрібних частинок борошна та борошні з високим вмістом крохмалю, що надходили з більш твердих ядер у локшині сорго [70 73].

1.5. Вплив білків борошна на якість хліба

Білки сорго, подібні до всіх зернових, крім пшениці, жита та трицикле, не здатні утворювати в'язкоеластичне тісто, що утримує газ, через бідність в'язкопружних властивостей.

Вміст білка в готовому хлібі поступово знижувався від 11,55 % для контрольного 100% хліба з пшеничного борошна до 11,26 % для 25 % хліба з сорго-пшеничного борошна. Вони пояснили це зниження меншим вмістом білка в сорговому борошні порівняно з пшеничним [50]. Хусейн та ін. [76] повідомили про подібну тенденцію із зниженням вмісту білка пшеничного хліба на 12,96 % до 11,38 % для заміни сорго на 40 %. Це можна пояснити зниженням рівня глютенових зав'язків у тісті, а отже, меншою здатністю тіста підніматися; завдяки слабшій структурі клітинної стінки.

Отже, це пояснює чому хліб вироблений з борошна сорго має низький питомий об'єм, порівняно з пшеничним борошном.

Погана гідратація кафіринів також може бути пов'язана переважно з їх α -спіральною структурою, на відміну від високомолекулярних субодиниць глютеніну пшениці, які мають значний рівень β -листякової та β -поворотної структури [83]. Загалом висока гідрофобність білків кафірину сорго обумовлена тим, що вони інкапсульовані в білкових тілах в ендоспермі ядра сорго, що робить їх недоступними для участі у утворенні фібрил тіста [76]. Таким чином, можна зробити висновок, що зниження пікової в'язкості, розтяжності тіста, водопоглинаючої здатності та стабільності із збільшенням додавання сорго відбувається через зниження якості та кількості білка, що негативно впливає на реологічні властивості тіста. Комбіноване борошно, що характеризується більш високою якістю білка, призвело до отримання міцнішого тіста та хліба, порівнянного з пшеничним борошном, з чутливими прийнятними ознаками від 10 % до 20 % додавання борошна сорго [78, 56, 58].

Отже, впродовж багатьох років шукали застосування добавок для покращення газотримуючої здатності продуктів, виготовлених із борошна сорго або включаючи до його складу інші види.

1.6. Добавки, що використовуються для поліпшення пшеничного борошна і сорго

Відомо, що без переваг білків клейковини пшениці, а також властивостей утримання газу, які вони надають, хліб виготовлений виключно з борошна сорго потребує альтернативних інновацій у виробництві, а також впровадження нових гідроколоїдів [84]. Їх згущувальна здатність спонукала використовувати, як стабілізатори суспензії та емульсії, де вони працюють, перешкоджаючи осіданню молекул [57]. Використання гідроколоїду та емульгатора в композитних системах з сорго-пшеничного тіста все ще дуже обмежене. Однак Дахір та ін. [80] досліджували вплив трьох добавок, зокрема карбоксиметилцелюлози, ксантанової камеді та стеароїллактилату натрію на реоферментацію та пастильні властивості композиційного борошна з сорго та пшениці. Вони виявили, що посилення заміщення борошна сорго послаблює властивості реоферментації та склеювання композитних борошна. Бажана взаємодія між різноманітними композитними добавками для тіста на стадії бродіння може бути дуже важливою для досягнення тіста з бажаними ферментаційними властивостями. Серед трьох гідроколоїдів вони нарешті відзначили, що додавання стеароїллактилату натрію виявляє більш позитивний вплив, як на ферментаційні, так і на склеювальні властивості композитного борошна з сорго та пшениці. Вони підтвердили це завдяки своїй природі позитивної взаємодії з компонентами борошна, зокрема крохмалем [80]. Формування тіста, а також виробництво газу та утримання разом впливають на аеровану структуру хліба під час бродіння [82]. Повідомлялося, що композитне тісто з сорго та пшениці, що містить не екструдоване та екструдоване борошно

сорго, має подібну еластичність після додавання 0,5 % – 1 % ксантанової камеді. Твердість хліба збільшилася при додаванні екструдованого борошна з сорго та ксантанової камеді, що також призвело до значного зменшення питомого об'єму та збільшення твердості крихти [85]. Карсон та ін. [56] використовували 30 % – 80 % борошна сорго, як частину заміни пшеничного борошна, одночасно підвищуючи вміст білка на всіх рівнях на 12 %, 15 % та 18 % з пшеничного борошна та життєво важливої пшеничної клейковини. Вони прийшли до висновку, що композитне борошно, що містить 50 % сорго плюс 15 % загального білка, дає об'єм хліба, приблизно на 60 % перевершуючи борошно сорго плюс наявність екзогенного білка [56].

1.7. Підсумки з огляду літературних джерел

З оглянутих літературних джерел випливає, що для підвищення поживності та засвоюваності хліба доцільно додавати у його рецептурний склад борошно із нетрадиційних видів злаків. До такого борошна, в першу чергу належить пшениця спельта, яка характеризується більш біологічно цінним складом, за вмістом незамінних амінокислот, засвоюваністю білка, кількістю жирних кислот, крохмалю, тощо. Також можна додавати до борошна пшеничного борошно із сорго.

Проте, для виготовлення хліба із вище наведеного борошна необхідно застосувати науковий підхід і обґрунтовано вибрати ту концентрацію, яка буде найефективніша в плані збагачення цінними поживними речовинами, та не погіршить технологічні властивості тіста та органолептичні характеристики готового виробу. Тому вважаємо за доцільне провести дослідження з виготовлення хліба з додаванням певного відсотку борошна спельти до пшеничного тіста та порівняти їх фізико-хімічні та органолептичні властивості.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальну частину досліджень за темою магістерської роботи було проведено в навчально-наукових лабораторіях кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ.

Кваліфікаційна робота передбачала визначення змін фізико-хімічних показників у тісті та хлібі виготовлених з різним вмістом пшеничного і спельтового борошна та розробки технологічної схеми виробництва хліба із борошна спельти.

Загалом кваліфікаційна робота представлена з п'ятьох частин, схема проведення досліджень наведена на рис. 2.1.

З рис. 2.1 видно, що у першій частині нами було проведено теоретичний аналіз літературних джерел з використання різного виду борошна в технології виробництва хліба. Зокрема, на підставі огляду наукових статей, монографій, підручників, стандартів, законів, деклараційних патентів та інших електронних інтернет видань було зроблено висновок про цінність, поживність та перспективність застосування борошна спельти у хлібопекарському виробництві.

У другій частині роботи складено план наукових досліджень та підібрано методики для виконання експериментів, обрано методи для статистичної обробки отриманих даних.

Третя частина кваліфікаційної роботи передбачала дослідження технологічних властивостей тіста із різним вмістом борошна спельти. У даній частині використано методи спостереження, органолептичні та фізико-хімічні методики з оцінки якості тіста. Завдяки отриманих результатів у даній частині експериментальної роботи було визначено властивості тіста з різним умістом борошна спельти та обрано найперспективніші зразки, які можуть бути використані для впровадження.



Рис. 2.1. Схема досліджень

Четверта частина експериментальних досліджень «Дослідження фізико-хімічних властивостей готових виробів із вмістом борошна спельти» передбачала визначення показників, які найбільш повно будуть оцінювати якість готових дослідних зразків хліба з різним співвідношенням пшеничного і спельтового борошна. Завдяки використанню методів з визначення кислотності хліба, вологості, пористості та його питомого об'єму було обрано найоптимальніший та найбільш зразок хліба, який буде відповідати вимогам бажаного цільового продукту.

П'ята частина роботи передбачала визначення органолептичних показників дослідних зразків хліба та розробки технологічної схеми його виробництва.

2.1. Фізико-хімічні методи досліджень

Під час виконання експериментальних досліджень з визначення фізико-хімічних показників тіста і готових виробів було використано стандартизовані загальноприйняті методики. Так для визначення кислотності, вологості, питомого об'єму, газоутворюючої здатності, формостійкості, пористості використовували наступні літературні джерела [90, 91, 92, 93, 94].

2.2. Статистичні методи досліджень

Статистичний аналіз одержаних експериментальних результатів проводили на комп'ютері із застосуванням загальновідомої ліцензійної програми *Microsoft Excel 2016* та *Statistica 10*. Оцінку достовірності проводили за критерієм Ст'юдента, водночас отримані результати середніх показників вважали статистично достовірними, за $p < 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Порівняльна характеристика борошна із звичайної пшениці та пшениці із виду спельти

З метою науково-обґрунтованого використання борошна спельти у технології виробництва хліба важливою є інформація про його фізико-хімічні та технологічні властивості, порівняно з борошном звичайної пшениці. Такі знання є корисними для розробки рецептів хліба із спельти на основі поєднання із борошном традиційної м'якої пшениці. Крім того, додавання борошна спельти до борошна пшениці повинно враховувати ще й поживну цінність обох видів борошна і спельта повинна покращувати біологічну цінність, перетравність, засвоюваність, тощо, готового виробу. Тому приступаючи до роботи з розробки технології виробництва хліба пшеничного з додаванням спельтового борошна нами першочергово було проаналізовано і порівняно основні фізико-хімічні показники борошна пшениці та борошна спельти. Результати аналізу наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Основні показники хімічного складу борошна пшениці звичайної та спельти [24, 87]

Показники для порівняння	Борошно із пшениці звичайної (в середньому)	Борошно із пшениці спельти
Клейковина, %	36,1±0,7	54,8±2,3*
Розтяжність клейковини, см	13,8±0,2	17,8±0,2*
Протеїн, г/кг	13,9–16,0	17,4–18,2

Незамінні амінокислоти, мг/100 г	46,3±2,1	52,4±2,6
Перетравність білка, %	78±1	83±1
Кислотність борошна, град	4,7±0,1	5,2±0,1

Примітка: * $p < 0,05$ – порівнюючи із борошном пшениці

З аналізу даних, які викладені в таблиці 3.1, ми відмічаємо збільшення у борошні спельти, в середньому в 1,5 раза ($p \leq 0,05$) вмісту клейковини, яка становила $54,8 \pm 2,3$ %. Дану властивість необхідно враховувати, так як кількість клейковини у тісті згубно впливає на його реологічні властивості [5, 7]. Зокрема, на процеси бродіння і газоутворення. Незважаючи на більший вміст клейковини у борошні з спельти, багато авторів [18, 20] вказують на її бідність. За показником розтяжність клейковини у борошні спельти вона становить близько $17,8 \pm 0,2$ см, що в 1,3 раза ($p \leq 0,05$) перевищувала дану величину борошна пшениці звичайної. Таку особливість також необхідно враховувати, адже клейковина з борошна спельти характеризується високим розм'якшенням, що в свою чергу призводить до значного розтягування тіста. За даними [82] типові властивості клейковини, тобто розтяжність та низька еластичність, є результатом співвідношення полімерних глютенінів/мономерних гліцинів. Співвідношення Gli/Glu у борошні з спельти становить 1,25. Тому переважання фракції гліадину, що демонструє в'язкі властивості, визначає погану якість клейковини.

Отже, вміст клейковини та її якість є основним параметром, що визначає якість та цінність борошна у випічці.

Уміст протеїну у спельтовому борошні більша, ніж у пшеничному, зокрема у першому він становив – 17,4 – 18,2 г/кг, а в другому – 13,9–16,0 г/кг. Крім того, у спельтовому борошні кількість незамінних амінокислот

становила $52,4 \pm 2,6$ мг/ 100 г, що також більша, ніж у пшеничному – $46,3 \pm 2,1$ мг/ 100 г. Це в свою чергу робить його біологічно ціннішим і поживним, ніж пшеничного борошна. Відповідно коефіцієнт перетравності білка у спельти вищий, ніж у пшеничного борошна та становить, 83 ± 1 і 78 ± 1 %, відповідно. Також дослідження вказують на більш багатий мікро- і макроелементний склад спельти, порівняно з пшеницею. Зокрема, з макроелементів більше калію, фосфору, сірки, магнію, кальцію на 15 – 70 %. Серед мікроелементів більша кількість заліза, міді, цинку, марганцю на 15 – 30 %, а селену, в середньому на 100 % [88].

Кислотність, як важлива технологічна властивість при виробництві хліба також у спельтового борошна на $0,5$ град вища, за пшеничного і становить $5,2 \pm 0,1$ та $4,7 \pm 0,1$ град., відповідно. Це вказує на те, що завдяки вищій кислотності хліб із спельтового борошна в меншій мірі буде піддаватися мікробному псуванню.

Отже, з порівняльного аналізу основних технологічних і фізико-хімічних властивостей борошна спельти і пшениці видно, що за показником вмісту клейковини та її розтяжність спельтове борошно мало придатне для виготовлення традиційного хліба. Тому необхідно його поєднувати з іншими видами борошна. Проте, за протеїновим, амінокислотним, макро- і мікроелементним складом спельта значно цінніша і корисніша за пшеничне борошно.

3.2. Дослідження технологічних властивостей тіста із різним вмістом борошна спельти

Як було зазначено вище, борошно пшениці спельти, має кращі за вмістом поживних речовин властивості, ніж борошно пшениці звичайної, тому доцільність його введення у структурний склад хліба не має заперечення.

Отже, наступною частиною нашої роботи було дослідити технологічні властивості тіста приготовленого із різних частин пшеничного борошна

звичайного та борошна спельти. Для цього було приготовлено безопарним способом хліб пшеничний з різним вмістом борошна спельти (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Дослідні зразки хліба приготовленого із борошна пшеничного і спельти за різного співвідношення

Номер зразка	Кількість борошна пшеничного звичайного, %	Кількість борошна спельти сорту «Європа», %
1	100	–
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	–	100

Як показують дані табл. 3.2, нами сформовано сім дослідних зразків тіста для випікання хліба. При цьому із цих зразків два нами було сформовано як контролі, зокрема контроль перший – це хліб пшеничний зі 100 % борошна пшениці звичайної (зразок № 1) та другий контроль – це хліб виготовлений на борошні спельти – 100 %. Дослідні зразки від другого по шостий містили у своєму складі різний вміст борошна спельти від 10 % до 50 %.

За такого співвідношення борошна було замісено тісто безопарним способом та визначено у ньому фізико-хімічні показники, які характеризують його властивість та якість. Результати дослідження зміни титрованої кислотності у дослідних зразках тіста показано в табл. 3.3.

З даних досліджень, які представлені в табл. 3.3 видно, що в кислотність тіста тим вища, чим більший у ньому відсотковий вміст борошна спельти. Це пояснюється тим, що саме борошно спельти має вищу початкову титровану кислотність. Зокрема, початкова кислотність свіжоприготовленого тіста

пшеничного була 0,1 град менша, за спельтового тіста і відповідно становила 1,60 град, проти 1,50 град.

Таблиця 3.3

**Зміна титрованої кислотності у дослідних зразках тіста з різним
умістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$**

Номер зразка	Кількість борошна	Титрована кислотність, град, протягом часу бродіння, хв			
		0	60	120	180
1	100 % пшеничне	1,5±0,01	1,81±0,02	2,34±0,02 [◇]	2,80±0,01 [◇]
2	90 % пшеничне + 10 % спельти	1,52±0,01	1,84±0,02	2,38±0,02 [◇]	2,85±0,02 [◇]
3	80 % пшеничне + 20 % спельти	1,53±0,01	1,87±0,02	2,41±0,02 [◇]	2,92±0,02 [◇]
4	70 % пшеничне + 30 % спельти	1,53±0,01	1,90±0,01	2,45±0,02 [◇]	2,97±0,01 ^{*◇}
5	60 % пшеничне + 40 % спельти	1,55±0,02	1,96±0,02	2,58±0,02 [◇]	3,12±0,02 ^{*◇}
6	50 % пшеничне + 50 % спельти	1,55±0,02	2,21±0,01	2,70±0,02 [◇]	3,29±0,02 ^{*◇}
7	100 % спельти	1,60±0,02	2,33±0,02	2,82±0,02 [◇]	3,52±0,02 ^{*◇}

Примітка: * $p < 0,05$ – порівнюючи із тістом з пшениці;

[◇] $p < 0,05$ – порівнюючи із початковою кислотністю тіста

Крім того, бачимо, що під час ферментації відбувається наростання кислотності у всіх зразках тіста, порівнюючи з початковою кількістю. Проте, якщо у контрольному зразку тіста № 1 кислотність упродовж 180 хв бродіння зросла в 1,8 раза ($p < 0,05$), то у другому контрольному зразку за цей період часу в 2,2 раза ($p < 0,05$) і становила $3,52 \pm 0,02$ град.

У дослідних зразках з вмістом борошна спельти достовірну різницю щодо наростання кислотності між собою, відмічали починаючи з наявності 30 – 40 % спельти зразок № 4 і № 5. У даних зразках тіста титрована кислотність на завершення процесу бродіння перевищувала на 0,4 – 0,5 град кислотність контрольного зразка № 1. За співвідношення борошна пшеничного і спельти 50 на 50, у тісті через три год бродіння кислотність становила $3,29 \pm 0,02$ град., тобто була найвище серед дослідних зразків.

Отже, можемо відзначити, що титрована кислотність тіста за умови додавання борошна спельти інтенсивно наростає під час бродіння і залежить від співвідношення між пшеничним і спельтовим борошном. При цьому найоптимальнішим варіантом щодо додавання борошна спельти до пшеничного за показником кислотності тіста на кінець бродіння є концентрація від 30 до 50 % від загального вмісту борошна.

Дуже важливою оцінкою тіста є визначення його питомого об'єму під час бродіння. Саме цей показник впливає на величину тобто вихід тіста (хліба) і формостійкість готових виробів. Результати проведених досліджень зміни питомого об'єму під час бродіння наведено в табл. 3.4

З даних тал. 3.4 видно, що питомий об'єм тіста найвищий у пшеничного, тобто зразка № 1 – $1,37 \pm 0,01$ см³/г на кінець процесу бродіння. У дослідних зразках він залежав від кількості доданого борошна спельти, зокрема при додаванні більшої кількості спельтового борошна відмічаємо прямий кореляційний зв'язок щодо зменшення питомого об'єму тіста. Так, у зразку тіста № 4 з вмістом 30 % борошна спельти питомий об'єм тіста виявився на 11,5 % менший ($p < 0,05$), ніж у контрольного зразка № 1. Додавання у рецептурний склад хліба 40 – 50 % спельтового борошна зменшувало на 15,3

– 19,7 % ($p < 0,05$), відповідно, питомий об'єм тіста на закінчення процесу бродіння.

Таблиця 3.4

Зміна питомого об'єму дослідних зразків тіста з різним умістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

Номер зразка	Кількість борошна	Питомий об'єм тіста, $\text{см}^3/\text{г}$, протягом часу бродіння, хв			
		0	60	120	180
1	100 % пшеничне	0,85±0,01	0,95±0,01	1,27±0,01	1,37±0,01 [◇]
2	90 % пшеничне + 10 % спельти	0,84±0,01	0,90±0,01	1,20±0,01	1,33±0,01 [◇]
3	80 % пшеничне + 20 % спельти	0,84±0,01	0,88±0,02	1,15±0,01	1,27±0,01 [◇]
4	70 % пшеничне + 30 % спельти	0,83±0,01	0,84±0,01	1,09±0,01	1,21±0,01 ^{*◇}
5	60 % пшеничне + 40 % спельти	0,80±0,01	0,83±0,01	1,02±0,01	1,16±0,01 ^{*◇}
6	50 % пшеничне + 50 % спельти	0,80±0,01	0,82±0,01	0,95±0,01	1,10±0,01 ^{*◇}
7	100 % спельти	0,79±0,01	0,80±0,01	0,92±0,01	1,08±0,01 ^{*◇}

Примітка: * $p < 0,05$ – порівнюючи із тістом з пшениці;

[◇] $p < 0,05$ – порівнюючи із початковим об'ємом тіста

Таким чином, за підсумками даного дослідження можна зробити висновок, що хліб із використанням спельтового борошна буде мати менший питомий об'єм порівняно із пшеничним, також оптимальним варіантом, який не суттєво знижує об'єм тіста це є додавання його до пшеничного у кількості 30 – 40 % від загального об'єму борошна.

У хлібопекарській галузі показником, який характеризує інтенсивність ферментативних процесів тіста вважають його газоутворювальну здатність. Дана величина показує біохімічну активність дріжджових мікроорганізмів і стан забезпечення їх доступними вуглеводами та азотовмісними речовинами. Завдяки тому, що спельтове борошно має менш повноцінний склад клейковини, яка виступає основним джерелом вуглеводів під час бродіння важливо було визначити газоутворюючу здатність тіста протягом усього процесу (3 год) ферментації. Динаміка процесу газоутворення за період бродіння дослідних зразків тіста з різним умістом борошна пшеничного і спельти наведена на рис. 3.1.

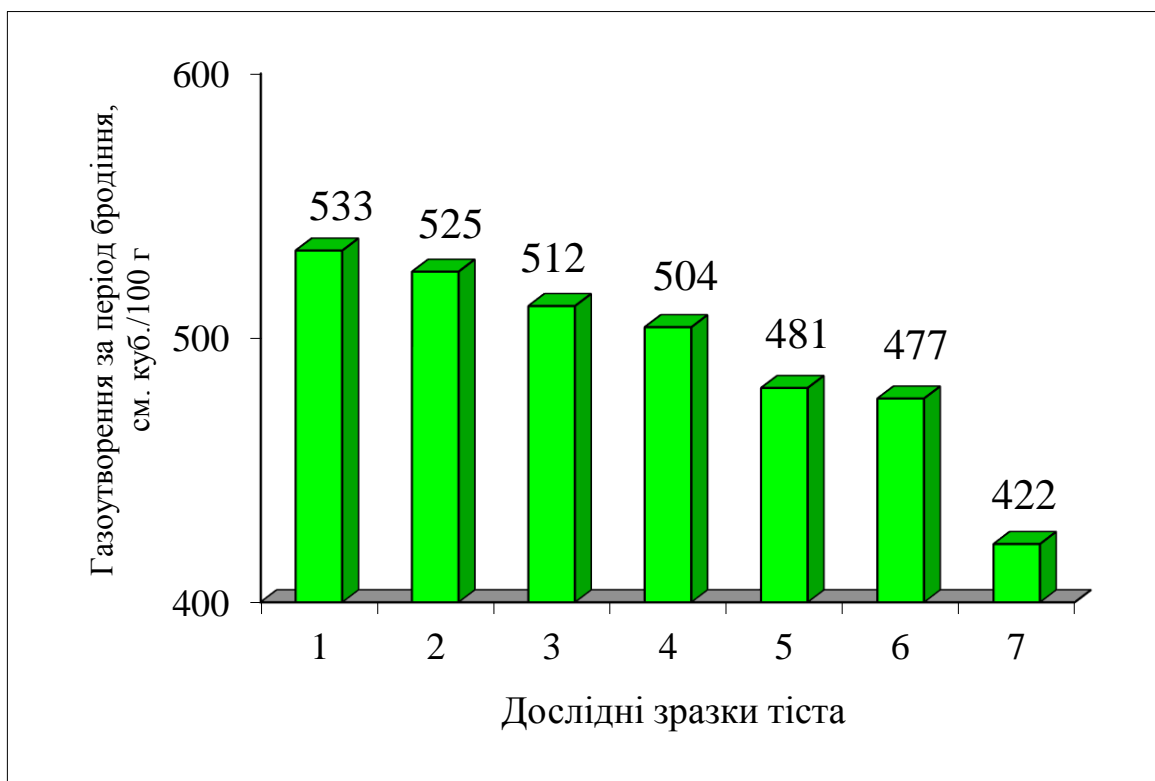


Рис. 3.1. Зміна газоутворення за період бродіння дослідних зразків тіста з різним умістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

З даних рис. 3.1 видно, що спостерігається тенденція, яка характеризується тим, що по мірі збільшення кількісного вмісту борошна спельти у тісті знижується його газоутворювальна здатність, порівняно з тістом виготовленим із 100 % пшеничного борошна. Так у тісті з пшеничного борошна газоутворювальна здатність становила на кінець процесу бродіння $533 \pm 3 \text{ см}^3$ на 100 г тіста. Водночас у тісті з вмістом 10 % спельтового борошна газоутворювальна здатність становила $525 \pm 2 \text{ см}^3$ на 100 г, що тільки на 1,5 % менше контрольного зразка № 1.

За вмісту 20 – 30 % спельтового борошна у тісті (дослідний зразок № 3 та № 4) газоутворююча здатність зменшилася на $4,0 \pm 0,2 \%$ – $5,4 \pm 0,2 \%$ ($p < 0,05$), відповідно, проти контрольного зразка № 1.

Додавання спельтового борошна у кількості 40 – 50 % (дослідний зразок № 5 та № 6) ще більше знижувало газоутворювальну здатність, яка становила 481 ± 2 та $477 \pm 2 \text{ см}^3$ на 100 г тіста, відповідно, що в середньому на 10 % ($p < 0,05$) менше, ніж у контрольного зразка № 1.

Найнижча величина газуоутворювальної здатності тіста відмічали у дослідному зразку № 7, тісто якого виготовлено тільки із спельтового борошна ($422 \pm 2 \text{ см}^3$ на 100 г), що на 20 % ($p < 0,05$) менша, ніж у зразка № 1.

Отже, дослідження показують, що завдяки зниженим процесам бродіння з виділенням вуглекислого газу, тісто із додаванням спельтового борошна має менший питомий об'єм та відповідно матиме нижчу формостійкість про що свідчать результати дослідження з визначення величини розплавлення кульки тіста у дослідних зразках (рис. 3.2).

З досліджень наведених на рис. 3.2 ми спостерігаємо закономірність збільшення діаметра кульки із збільшенням відсоткового вмісту борошна спельти у тісті. При цьому найменший діаметр кульки серед досліджених зразків ми виявляли у пшеничному тісті через 180 хв бродіння (зразок № 1), розпливання кульки становило $141,3 \pm 2,5 \%$ ($p < 0,05$). У дослідних зразках тіста № 2 та № 3 розпливання кульки було, в середньому на 7 % більше, порівнюючи з контрольним зразком № 1.

У зразках тіста № 4 та 5 з вмістом борошна спельти 30 та 40 %, відповідно розпливання кульки було більш інтенсивніше і становило від 164,3 до 171,5 %, що практично на 16,2 та 21,3 % ($p < 0,05$), більше порівняно з пшеничним тістом (зразок № 1).

За умови додавання у тісто 50 % борошна спельти спостерігали найбільший відсоток розпливання кульки, який становив $179,1 \pm 3,4$ %, тобто на $26,7 \pm 1,4$ % ($p < 0,05$) більше, ніж у зразка № 1. Водночас, необхідно відзначити, що найгіршу формостійкість за показником розпливання кульки мав дослідний зразок, який виготовлений тільки із спельтового борошна – $210,6 \pm 4,6$ %. Це практично на 50 % нижча формостійкість, ніж у пшеничного тіста.

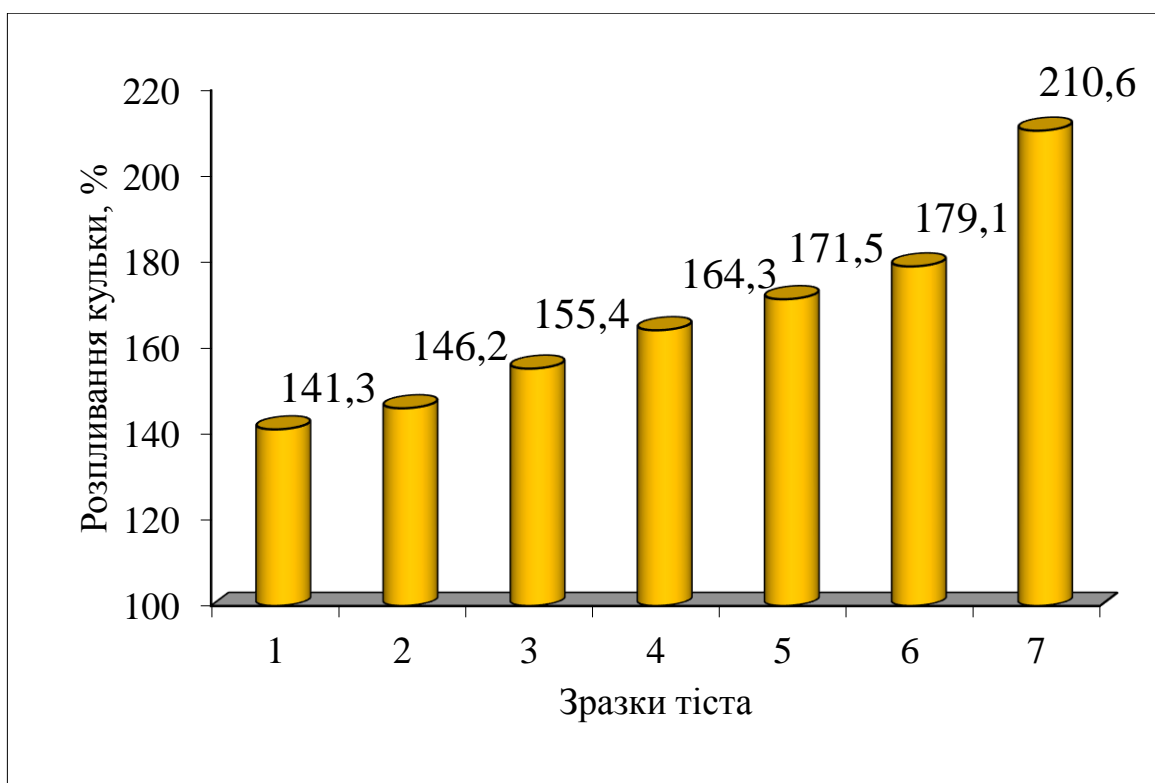


Рис. 3.2. Величина розпливання кульки тіста з різним вмістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

Отже, з наведених даних, які характеризують здатність тіста до формостійкості, питомий об'єм тіста, газоутворююча здатність, розпливання

кульки виявлено, що формостійкість тіста прямо залежить від доданого вмісту борошна спельти. Оптимальними за цими показниками є додавання до пшеничного тіста від 30 до 40 % борошна спельти.

Наступний метод дослідження був спрямований на визначення вологості тіста, тобто від даного показника залежить поживна цінність готового виробу. Цей аналіз дозволяє оцінити поглинання води у тісті, а також дозволяє слідкувати за його консистенцією протягом усього процесу розробки тіста. Крім того даний показник регламентують у тісті, який має становити не більше 48 %.

Тому нами було визначено вологість дослідних зразків тіста з різним вмістом борошна пшеничного і спельти. Результати дослідження наведено на рис. 3.3.

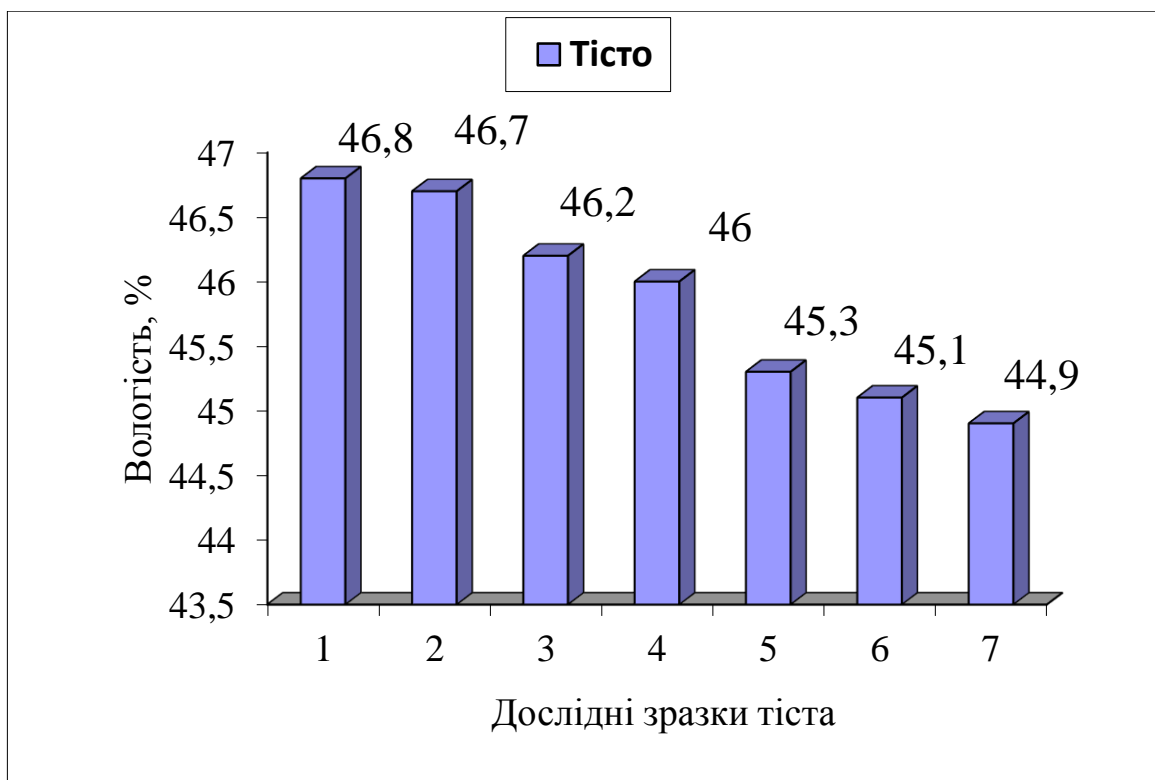


Рис. 3.3. Зміна величини вологості дослідних зразків тіста з різним вмістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

Реологічні властивості тіста – це функція властивостей компонентів борошна та їх взаємна взаємодія, що виникає внаслідок зволоження та постачання енергії під час замішування. Відомо, що крохмаль, клейковина,

пентозани та жир відіграють вирішальну роль у забезпеченні необхідних для хліба реологічних властивостей [5].

Дослідження наведені на рис. 3.3 виявили, що вологість усіх дослідних варіантів тіста знаходилася у межах дозволених стандартом значень 40 – 48 %. Проте, зниження вологості відмічали при використанні борошна спельти для приготування тіста. Зокрема відмічали зменшення на 0,8 % вологості дослідного зразка тіста № 4 із вмістом борошна спельти 30 %, порівнюючи із зразком № 1 в якому використовували тільки пшеничне борошно. У дослідному зразку № 5 та № 6 (вміст борошна спельти 40 та 50 %) вологість зменшувалася на 1,5 та 1,7 %, відповідно. Однак, навіть у тісті виготовленому тільки із борошна спельти, вологість суттєво не мала нижчого значення, порівняно з тістом із виготовленого суто із пшеничного борошна.

Отже, з даного дослідження випливає, що показник вологості тіста значно не змінювався при частковому до 50 % заміні пшеничного борошна на спельтове.

Загалом підсумовуючи дослідження даного підрозділу необхідно відзначити, що титрована кислотність тіста за умови додавання борошна спельти інтенсивно наростає під час бродіння. Водночас, за цим показником найоптимальнішим варіантом є додавання борошна спельти до пшеничного від 30 до 40 % від загального вмісту борошна.

Проте, хліб із використанням спельтового борошна 30 – 40 % буде мати менший на 11,5 – 15,3 % питомий об'єм, порівняно із пшеничним, що пояснюється нижчою газоутворювальною здатністю (тобто виділення вуглекислого газу), в середньому на 9 % ($p < 0,05$) менше, ніж у контрольного зразка № 1. Також у тіста з таким вмістом спельтового борошна, відповідно розпливання кульки було більш інтенсивніше і становило від 164,3 до 171,5 %, що практично на 16,2 та 21,3 % ($p < 0,05$), більше порівняно з пшеничним тістом (зразок № 1). Це вказує, що тісто матиме нижчу формостійкість. Отже, оптимальними за даними визначеними фізико-хімічними показниками є додавання до пшеничного тіста від 30 до 40 % борошна спельти.

3.3. Дослідження фізико-хімічних властивостей готових виробів із вмістом борошна спельти

Кислотність хліба, як основна технологічна властивість, що характеризує його якість має надзвичайно важливе значення під час розробки нових видів хлібобулочних виробів. Саме з кислотністю пов'язана мікробіологічна стійкість хліба до зберігання без значних видимих органолептичних та біохімічних змін. Вважається, що чим вища кислотність хліба (в межах його технологічних параметрів), тим краще він буде зберігатися і не черствіти.

Нами було проведено дослідження з визначення показника кислотності у свіж виготовлених зразках хліба з різним співвідношенням борошна пшеничного і спельти. Результати даних досліджень наведено на рис. 3.4.

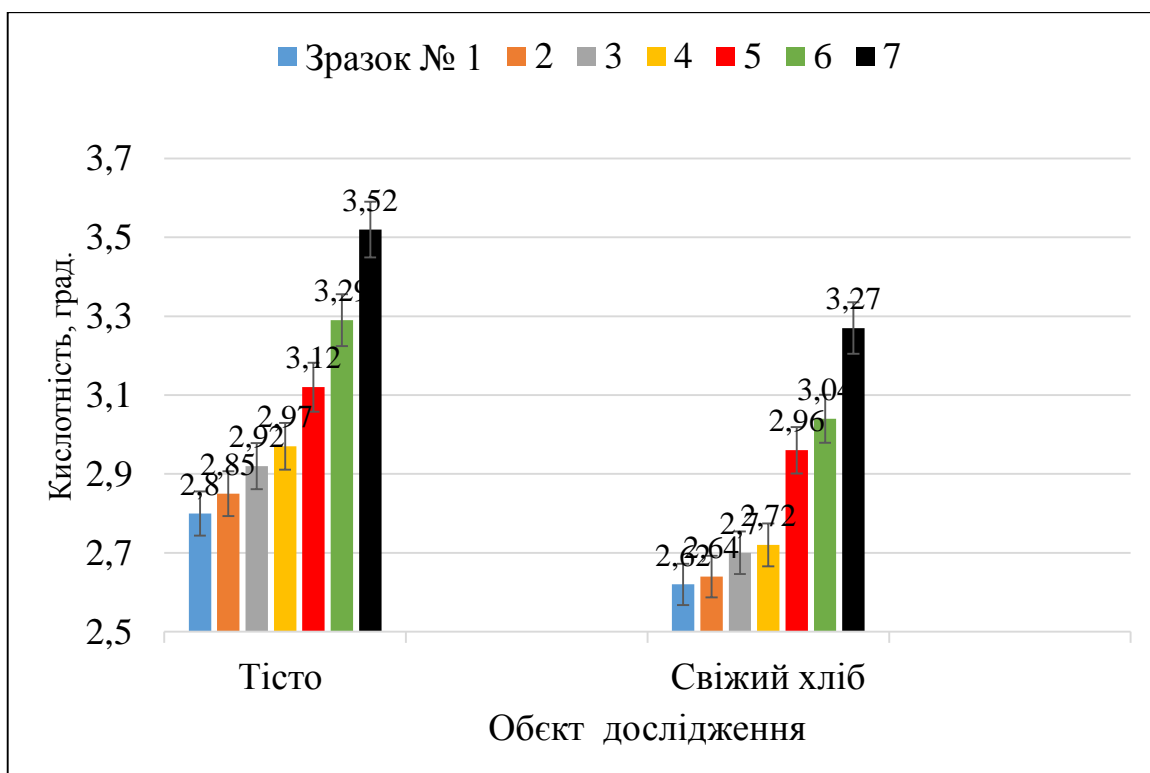


Рис. 3.4. Величина кислотності дослідних зразків свіжого хліба з різним співвідношенням пшеничного і спельтового борошна

З наведених експериментальних даних (рис. 3.4) видно наступне. Величина кислотності дослідних зразків хліба, в середньому на 2,6 град. ($p < 0,05$) нижча, порівняно з тістом, що повзано із нейтралізацією накопичених кислот під час випікання зразків хліба. Про нижчу кислотність готових виробів хліба, порівнюючи з тістом повідомляють дослідження інших авторів [24, 89].

Також відмічаємо поступове зростання величини кислотності хліба по мірі збільшення у його складі борошна спельти. Зокрема, у хлібі з вмістом 10 % борошна спельти (зразок № 2) кислотність становила $2,64 \pm 0,03$ град., що на 15 % менша, ніж кислотність дослідного зразка (№ 6) з 50 % борошна спельти. Якщо порівняти величину кислотності хліба виготовленого із борошна пшениці та хліба випеченого із борошна спельти, то відмічаємо, в середньому на 25 % ($p < 0,05$) меншу кислотність у першого зразка, що є свідченням про кращі бродильні процеси в тісті з борошна спельти.

Проте, у всіх зразках хліба з вмістом борошна спельти кислотність знаходилася в межах нормативних значень для даного виду хліба 2,5 – 3,5 град.

Загалом дані рис. 3.4 вказують, що дослідні варіанти виготовленого хліба з борошна спельти мають вищу кислотність, і тим самим менше будуть піддаватися мікробіологічним вадам. Серед досліджених зразків, найоптимальнішим виявився зразок № 5 з вмістом 40 % борошна спельти, який тільки на 0,08 град мав меншу кислотність від зразка № 6 (50 % борошна спельти).

З метою повнішої характеристики готових дослідних зразків хліба нами було проведено визначення його питомого об'єму. Адже обсяг буханки готового хліба вважається базовим показником його якості. Тому на даний показник при розробці нових видів хлібобулочних виробів особливо звертають увагу. Крім того результати наших досліджень, які наведені в табл. 3.4 показують, зменшення питомого об'єму тіста із вмістом борошна спельти, порівнюючи до тіста з пшеничного борошна. Результати

дослідження питомого об'єму дослідних зразків хліба з різним вмістом борошна спельти наведено на рис. 3.5.

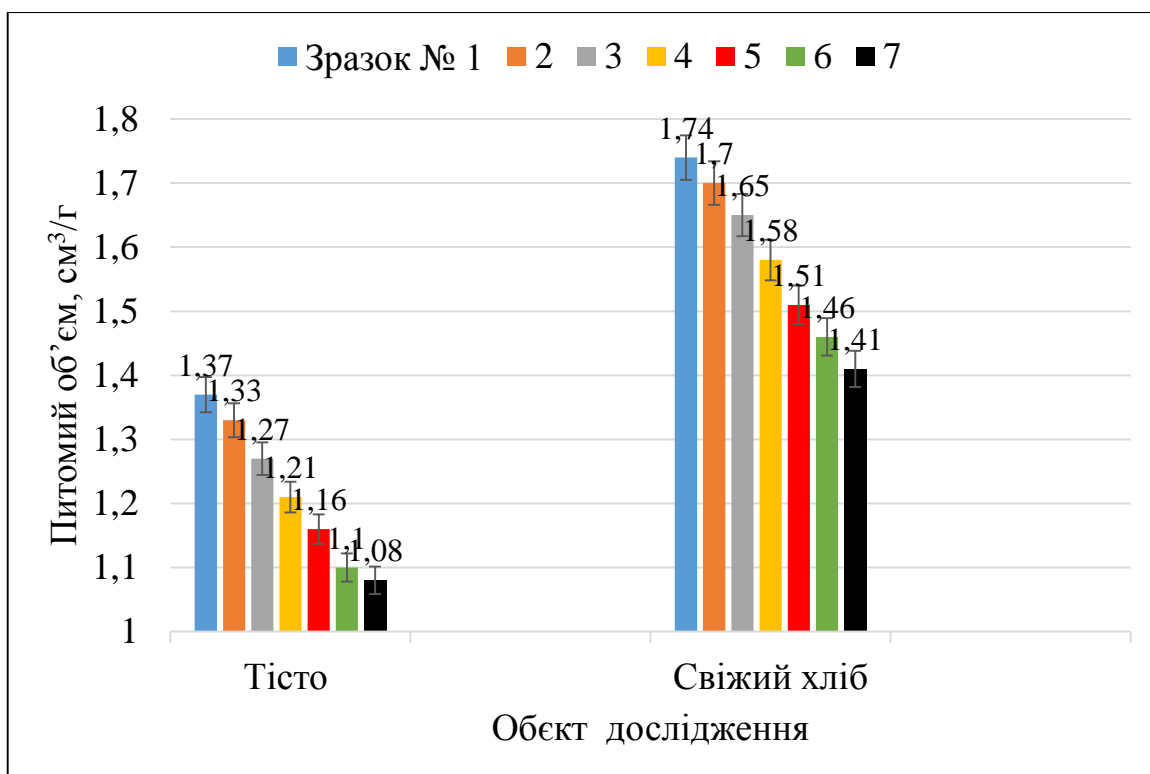


Рис. 3.5. Значення питомого об'єму дослідних зразків свіжого хліба

З аналізу даних досліджень, які наведені на рис. 3.5 видно чітко виражену тенденцію до поступового зменшення об'єму дослідних зразків хліба із збільшенням у ньому кількості борошна спельти. Зокрема, у дослідних зразках хліба № 2 та № 3 (вміст борошна спельти 10 та 20 %) питомий об'єм хліба становив $1,70 \pm 0,02$ та $1,65 \pm 0,02$ $\text{cm}^3/\text{г}$, що майже на 5 % менший об'єм, ніж у контрольного зразка № 1 виготовленого з пшеничного борошна.

У дослідних зразках № 3 та № 4 (вміст борошна спельти 30 та 40 %) питомий об'єм хліба становив від 1,58 до 1,51 $\text{cm}^3/\text{г}$, що на 9,1 % та на 13,2 % ($p < 0,05$) менше контрольного зразка №1 та в середньому на 9 – 6 % більше від хліба виготовленого суто із спельтового борошна. Отримані нами дані узгоджуються з даними інших дослідників [5, 10, 20], які вказують, що хліб із спельтового борошна був значно нижчим, порівняно з об'ємом пшеничного хліба. За даними інших авторів [24] значення загальної втрати хліба із спельти випеченого в печі коливалися від 14,5 % до 16,7 %, порівняно з пшеничним хлібом. Однак, Majewska та ін. [10] відзначили

нижчі значення меншого питомого об'єму спельтового хліба (14,0 % – 14,6 %).

У наших дослідженнях ми виявили, що для оптимального корисного ефекту, щодо покращення поживної і харчової цінності хліба від введення борошна спельти у рецептурний склад та не суттєвого зниження його питомого об'єму є кількісний вміст спельти від загального борошна в межах 40 %. За такого вмісту спельти втрати пов'язані з питомим об'єм знижується на $13,2 \pm 0,2$ %.

Отже, за показником питомий об'єм ми вважаємо оптимальним зразком хліба № 5 з кількістю доданого борошна 40 %. При додаванні більшої кількості спельти ми будемо мати значно менші за об'ємом хліб.

Пористість хліба – це показник, який характеризує процес виброджування тіста, технологічний режим його розпушування і розстойки. Крім того із пористістю хліба пов'язана така властивість, як його засоюваність організмом. У недостатньо виброженому хлібі величина пористості нижча, ніж у хлібі з добре виброженого тіста. Зазвичай пористість пшеничного хліба становить в межах від 63 до 73 %, що залежить від гатунку борошна та його сорту.

Результати отриманих нами даних досліджень щодо пористості у дослідних зразках хліба наведено на рис. 3.6.

З результатів вимірювання пористості хліба виявлено, що в усіх зразках величина пористості знаходилася в межах нормативних значень і становила від $72,7 \pm 0,2$ % до $67,3 \pm 0,2$ %. При цьому контрольний зразок хліба № 1, який виготовлений з пшеничного борошна мав найвищий показник пористості $72,7 \pm 0,2$ %. По мірі заміщення пшеничного борошна на спельтове відмічаємо деяке зниження величини пористості. Так, у хлібі із 20 % спельтового борошна (зразок № 3) величина пористості була на 1,0 % нижча, ніж у зразку хліба № 1 з пшеничного хліба.

У зразку хліба № 4 з 30 % спельтового борошна значення пористості була вже на 1,7 % нижча, ніж у суто пшеничному хлібі, а у п'ятому дослідному зразку хліба з 40 % борошна спельти на 2,5 % нижча. Зразок хліба, який мав найбільший вміст борошна спельти мав найнижчу пористість серед зразків хліба із спельтою – $69,4 \pm 0,1$ %. Водночас, якщо порівнювати хліб виготовлений тільки із спельтового борошна з хлібом із пшеничного борошна, то в середньому пористість його на $5,4 \pm 0,2$ % нижча. На нашу думку нижча пористість спельтового хліба пов'язана із тим, що тісто із

борошна спельти більш м'якше та розтяжне. На це впливає реологічні властивості тіста, які пов'язані із хімічною структурою крохмалю, клейковини, пентозан та жиру [24, 69].

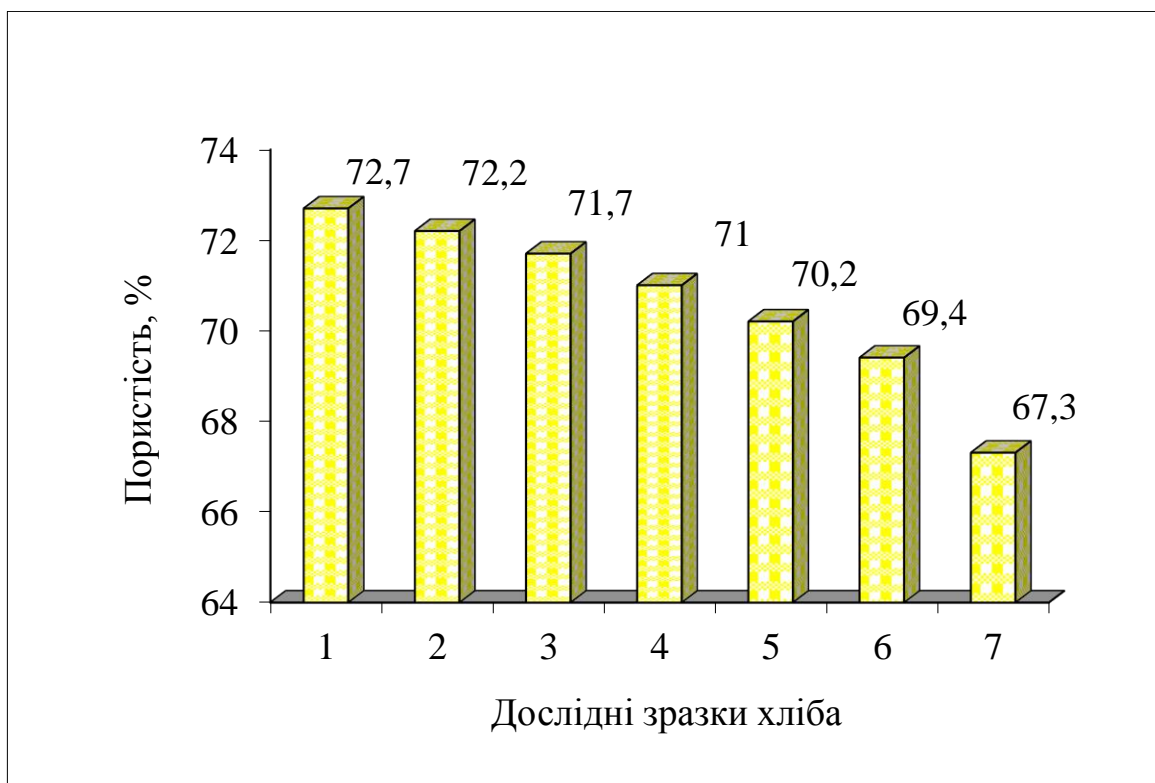


Рис. 3.6. Величина пористості дослідних зразків хліба з різним вмістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

Отже, з даного дослідження ми можемо стверджувати, що додавання борошна спельти у рецептурний склад пшеничного хліба звичайного призводить до деякого зниження пористості хліба. Проте, згідно даних несуттєве зниження пористості спостерігається при вмісті борошна спельти до 40 % (зразок № 5) від маси всього борошна. За такого складу хліб за даним показником відповідав значенням нормативу не нижче 63 %.

Наступною частиною наших досліджень було визначити вологість дослідних зразків хліба із різним співвідношенням пшеничного і спельтового борошна. Вологість м'якуша – це показник, який регламентується відповідно до стандарту на хліб і залежить від сорту і виду борошна, рецептурного складу хліба. Відповідно до значень стандарту для пшеничного хліба величина вологості м'якуша має становити від 39 до 50 %.

Крім того показник вологість м'якуша хліба має одне із важливих техніко-економічних значень, так як він прямо впливає на вихід хліба, рентабельність, тобто на кількість готового хліба, який отримують з умовних 100 кг борошна, яке вносять відповідно до рецептури.

Також необхідно відзначити, що чим вища вологість м'якуша хліба, тим нижча його енергетична цінність і менша кількість поживних речовин. Тому нами було визначено вологість м'якуша хліба дослідних зразків, результати наведено на рис. 3.7.

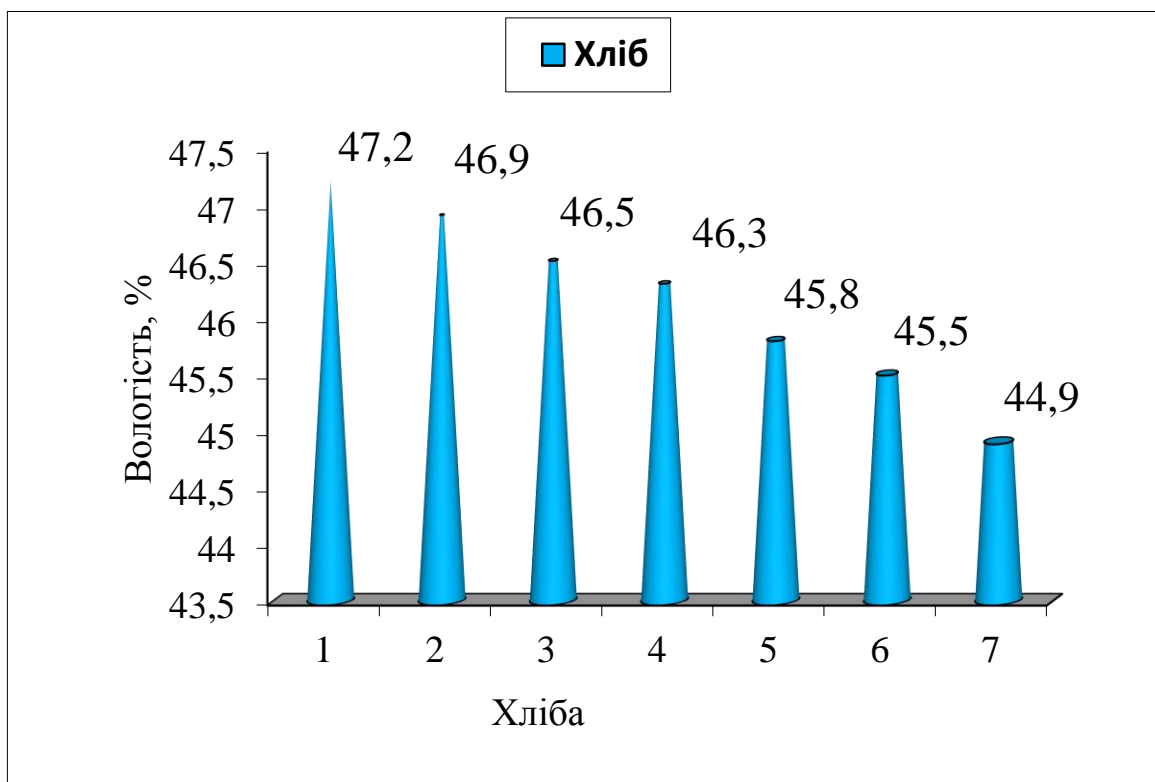


Рис. 3.7. Зміна величини вологості дослідних зразків хліба з різним умістом борошна пшеничного і спельти, $M \pm m$, $n=7$

З отриманих і наведених даних на рис. 3.7 видно, що величина вологості хліба залежала від кількості доданого борошна спельти, тобто при додаванні більшої кількості борошна спельти, взамін пшеничного, відбувається зниження його вологості. Так, найвищий показник вологості – $47,2 \pm 0,2$ % спостерігали у дослідному зразку хліба № 1, який виготовлений тільки із борошна пшеничного. Водночас, такий самий зразок хліба, але виготовлений

тільки із спельтового борошна (зразок № 7) мав вологість м'якуша – $44,9 \pm 0,1$ %, тобто, в середньому на 2,3 % вологість нижча.

Вологість м'якуша у дослідних зразків хліба з вмістом спельти від 10 % до 50 % становила в межах $46,9 \pm 0,2$ % (дослідний зразок № 2) – $45,5 \pm 0,2$ % (зразок № 6 50 % спельти). Тобто у всіх дослідних зразках хліба вологість м'якуша коливалася в межах нормативних значень від 39 до 50 %, що вказує на високу якість виготовленого хліба.

Загалом, отримані нами дані даного дослідження вказують на більшу поживну і енергетичну цінність дослідних зразків хліба з вмістом спельти, через їх нижчу вологість, порівняно із пшеничним хлібом. Також ми можемо стверджувати, що дослідні зразки хліба № 5 та № 6 за показником вологість м'якуша можуть бути використанні для подальших досліджень і впровадження у виробництво.

Отже, підсумовуючи результати досліджень даного підрозділу 3.3 щодо визначення фізико-хімічних показників дослідних зразків хліба із зрізним співвідношенням пшеничного і спельтового борошна ми можемо відзначити наступне. За показником кислотність найкращі значення були у дослідних зразків № 5 та № 6. За показником питомий об'єм готового виробу ми вважаємо найоптимальнішим варіантом є вибір зразка № 5. За показником пористість і вологість м'якуша хліба також зразок № 5, у рецептурний склад якого входить 40 % борошна спельти та 60 % борошна пшеничного. Це пояснюється тим, що борошно спельти характеризується високими поживними показниками, а низькими хлібопекарськими тому часткова заміна пшеничного борошна у технології виробництва хліба цілком доцільна і доречна.

За органолептичними (смаком і ароматом) показниками дослідний зразок хліба суттєво не відрізнявся від контрольного зразка – пшеничного хліба.

Як підсумок усіх досліджень на рис. 3.8. наведено технологічну схему виробництва хліба із додаванням борошна спельти.

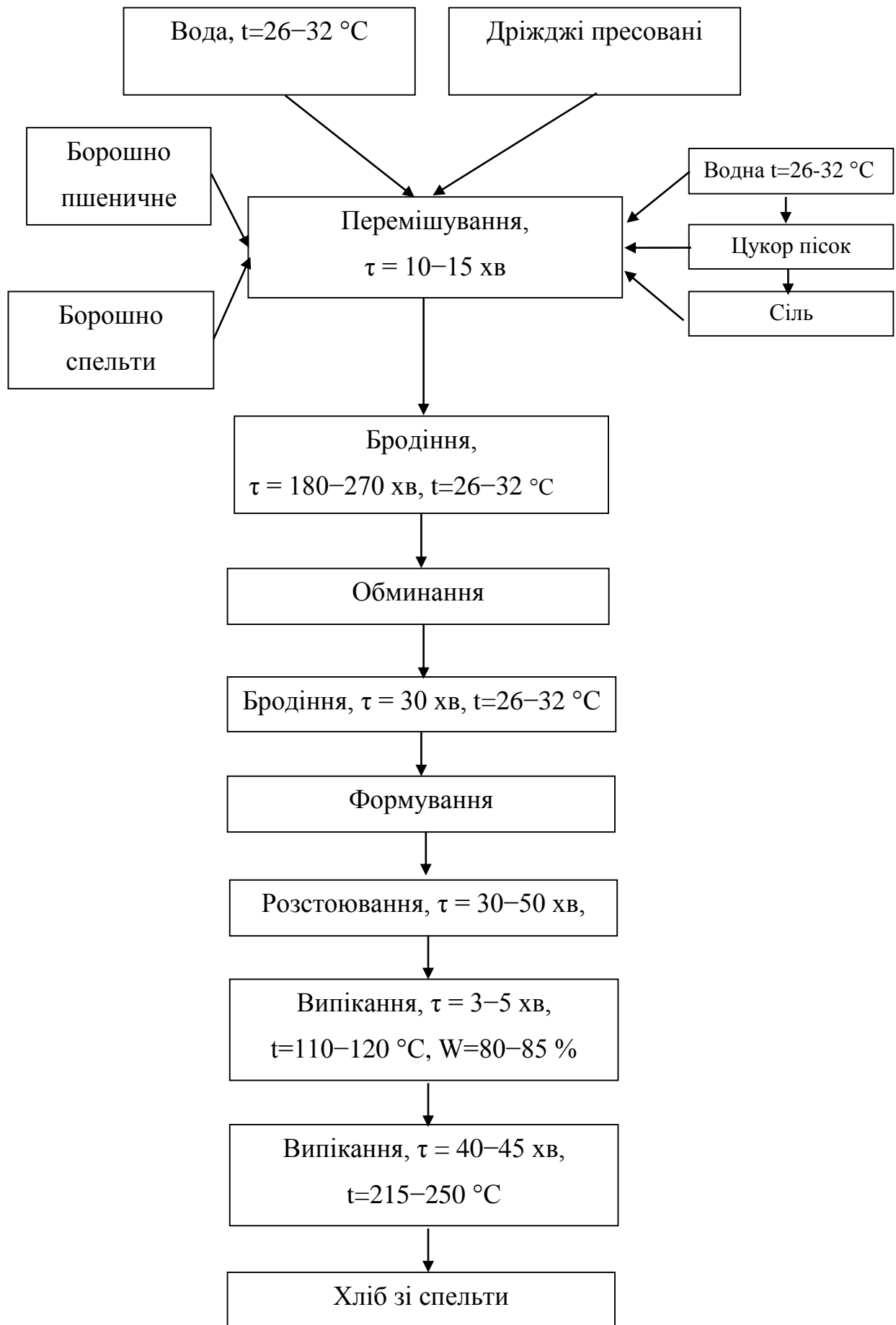


Рис. 3.8. Технологія виробництва хліба з борошна спельти

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Порівняльний аналіз технологічних і фізико-хімічних властивостей борошна спельти і пшениці виявив, що за показником вмісту клейковини та її розтяжність спельтове борошно мало придатне для виготовлення традиційного хліба. Проте, за протеїновим, амінокислотним, макро- і мікроелементним складом спельта значно цінніша і корисніша за пшеничне борошно.

2. Встановлено, що кислотність тіста за умови додавання борошна спельти інтенсивно наростає під час бродіння і залежить від співвідношення між пшеничним і спельтовим борошном. Найоптимальнішим варіантом щодо додавання борошна спельти до пшеничного за показником кислотності тіста на кінець бродіння є концентрація від 30 до 50 % від загального вмісту борошна.

3. Додавання у рецептурний склад хліба 40 – 50 % спельтового борошна зменшувало на 15,3 – 19,7 % ($p < 0,05$), відповідно, питомий об'єм тіста на закінчення процесу бродіння. Також за такого вмісту спельтового борошна знижується на 10 % газоутворювальна здатність та на 16,2 та 21,3 % формостійкість тіста, порівняно з пшеничним тістом.

4. Встановлено, що у зразках хліба з вмістом борошна спельти (40 – 50 %) кислотність знаходилася в межах нормативних значень для даного виду хліба 2,5 – 3,5 град., проте була на 0,5 град більша, ніж пшеничного хліба.

5. Для оптимального корисного ефекту, щодо покращення поживної і харчової цінності хліба від введення борошна спельти у рецептурний склад та не суттєвого зниження його питомого об'єму є кількісний вміст спельти 40 %. За такого вмісту спельти втрати пов'язані з питомим об'єм знижується на $13,2 \pm 0,2$ %. При цьому у даному зразку хліба величина пористості становила $70,2 \pm 0,1$ %, а вологість – $45,8 \pm 0,2$ %, що відповідає нормативним значенням. Отже, запропоновано для покращення біологічної і харчової цінності хліба водити у його склад до 40 % борошна спельти.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги до виробничого освітлення та його нормування на підприємствах консервної промисловості

З метою створення благополучних умов для зорової роботи у виробничих умовах на підприємствах консервної промисловості необхідно враховувати наступні чинники: хороше освітлення буде запобігати передчасній втомлюваності очей, виникненню нещасних випадків; буде профілакувати виникнення професійних хвороб; крім того буде підвищуватися продуктивність праці та якість виготовленої продукції.

Вважається [95, 96], що виробниче освітлення має відповідати гігієнічним вимогам згідно нормативних документів, зокрема:

1) формувати на робочих поверхнях устаткування, приладів, обладнання, освітленість, яка відповідає належній специфіці зорової роботи і бути в межах встановлених норм для даної виробничої ділянки;

2) забезпечувати належне рівномірне та постійне розподілення освітлення у виробничих цехах з метою запобігання частоті переадаптації зору;

3) запобігати засліплювальною ефекту від самих джерел освітлення, так і від предметів, які можуть бути на відстані сприйняття оком;

4) запобігати створенню на робочих поверхнях обладнання і устаткування різних та рухомих тіней;

5) робочі поверхні, які освітлюються мають мати належний контраст для розрізнення виробничих деталей;

6) виробниче освітлення не повинно створювати небезпечних та шкідливих факторів (електричні теплові випромінювання, шум, ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);

- освітлення має бути надійним і ефективним, простим в експлуатації, економічним та естетичним [95, 96].

Види виробничого освітлення

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно - або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє - через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване - поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення).

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний в процесі роботи напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове вимкнення робочого освітлення та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух,

пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу тощо. Мінімальна освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна становити 5 % від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати: в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись понад 100 осіб; у проходах; на сходових клітках; у виробничих приміщеннях, в яких працює понад 50 осіб. Мінімальна освітленість на підлозі основних проходів та на сходах при евакуаційному освітленні повинна бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках - не менше 0,2 лк.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час; при цьому, як правило, використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

4.2. Розробка заходів захисту тварин та сировини від уражень сильно діючих отруйних речовин (СДОР)

Цивільний захист – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Захист сільськогосподарських тварин досягається їх укриттям в обладнаних тваринницьких приміщеннях і захисних спорудах; захистом

запасів кормів і вододжерел, своєчасною евакуацією тварин на безпечну відстань від великих міст і зон можливого зараження.

Після виникнення аварій на АЕС і об'єктах із СДОР основними заходами вивід незахищених тварин із районів з високими рівнями радіації і зон зараження отруйними речовинами на незаражену територію або на ділянки з більш низькими рівнями зараження; проведення ветеринарної обробки заражених тварин і надання їм лікувальної допомоги, знезараження тваринницьких приміщень та інших місць розміщення тварин, кормів і води; постійний контроль за ступенем зараженості тварин і об'єктів.

Основним і найбільш надійним способом захисту тварин є укриття їх в обладнаних (загерметизованих) приміщеннях або спеціальних захисних спорудах. Пристосовані для захисту тварин спеціальні приміщення дерев'яного типу зменшують ступінь опромінення укритих там тварин у середньому у 2-3 рази, а кам'яні і залізобетонні - у 10 разів.

Герметизація приміщень полягає у промазуванні стелі глиняним, вапняним цементним розчином, з насипкою зверху нього шару шлаку або піску. Цими ж розчинами замазують щілини у стінах, стелях, віконних рамах, дверях, Щоб підвищити захисну потужність дерев'яних стін приміщень, зовні їх роблять ґрунтове обсіпання до висоти вікон. Підлогові та надпідлогові отвори наглухо закривають. На вікнах з зовнішнього боку влаштовують знімні щільні щити з дощок або іншого матеріалу. Там, де немає шибок, віконні рами з боків забивають щитами (дерев'яними, з соломи або очерету) і засипають поміж них пісок, торф, тирсу або землю. Двері обшивають толем. Між дверима і дверними рамами набивають шар гуми, повсті і щільно закривають двері нижніми запорами. Із внутрішнього боку двері завішують зволженим брезентом. У витяжні вентиляційні і пічні труби вставляють засувки, що щільно закриваються. Припливні вентиляційні труби обладнують простішими ґратами з мішковини. Для захисту тварин можна пристосувати овочесховища, сараї та інші сільськогосподарські будівлі.

В обладнаних приміщеннях створюють запаси корму і води на 5-7 діб, розміщуючи їх у кормових проходах, кормокухнях, коморах, тамбурах. Краще, якщо корми будуть упаковані в тару, а вода налита в діжки, цистерни та інші ємності. На території тваринницької ферми створюють запаси кормів на 7-10 діб і надійно їх укривають.

Для захисту обслуговуючого персоналу у тваринницькому приміщенні обладнують спеціальну кімнату або поблизу нього будують протирадіаційні укриття.

Одночасно з герметизацією приміщень провадять протипожежні заходи. Приміщення на горищі звільняють від займистих предметів, встановлюють там ящики з піском, діжки з водою і протипожежний інвентар. На горищах, сіновалах і дахах встановлюються зовнішні драбини, а на крутих дахах приміщень, крім того, роблять трапи. Для надання більшої вогнетривкості дерев'яним будівлям або дерев'яним частинам споруд їх білять вапном. За відсутності вапна для обмазування використовують глину, змішану з солом'яною різкою. Така обмазка підвищує вогнетривкість споруд і їх захисну потужність. Непотрібні дерев'яні тини поблизу приміщень розбирають. На відстані 20-30 м від споруд ставлять і обладнують протипожежні щити. Навколо скирт сіна, соломи зорюють загороджувальні смути шириною 4-5 м. Вживають заходів щодо забезпечення пожежних машин водою, підготовлюють під'їзні шляхи до водоймищ і місць забору води.

Одним із способів захисту тварин є їх евакуація із приміських господарств, розташованих поблизу великих міст, а також із районів, заражених радіоактивними, хімічними речовинами.

Евакуація тварин із приміських господарств у безпечні райони в умовах незараженої місцевості провадиться по заздалегідь наміченим маршрутам, котрі повинні передбачати місця водопою, годування і відпочинку тварин.

При перевезеннях тварин по зараженій місцевості на автомашинах кузови їх зверху затягають брезентом або іншим матеріалом, на дно кузова насипають шар землі, щілини в бортах затуляють.

До способів захисту кормів належать: зберігання їх у загерметизованих приміщеннях (складах, амбарах, підвалах, овочесховищах); укриття спеціальними або підручними матеріалами; застосування захисної тари (упаковки) і спеціального транспорту для перевезення.

Герметизація складів, овочесховищ, амбарів та інших приміщень (здійснюється тими ж засобами, що й герметизація тваринницьких приміщень. Крім того, на засклені вікна з внутрішнього боку встановлюють дерев'яні знімні щити, обшиті толем, для охорони зерна від осколків скла. Щоб до складу не проникали гризуни, на вентиляційних отворах, віддушинах, вікнах, дверних порізах і лазах встановлюють дрібні металеві сітки. Нижню частину дверей збивають смужкою листової сталі або заліза.

Зерно і фураж, що знаходяться в розсипу, накривають брезентом, поліетиленовою плівкою або солом'яними матами товщиною 20-30 см і притискають зверху дошками, жердинами.

У водонапірних баштах герметизують двері, вікна, баки. Водозабірні колонки закривають дерев'яними ковпаками, обшитими толем або залізом, водопійні корита для тварин закривають щільними кришками.

Найбільш небезпечними для тварин є поширення хмари парів СДОР. При приманні відомостей про просування хмари у напрямку тваринницьких ферм, при знаходженні там тварин, необхідно негайно укрити їх у заглиблених спорудах і залізобетонних тваринницьких приміщеннях. За відсутності таких - вкрити в наявних приміщеннях, охороняючи тварин від випадіння із хмари краплиннорідких отруйних речовин, оскільки при охолодженні хімічної хмари частина пари адсорбується, тобто перетворюється на рідину, гупується у краплини, котрі під своєю вагою випадають на землю у вигляді дощу і наражують місцевість. У той же час ці приміщення слід якомога краще загерметизувати і особливо з тієї сторони, звідки рухається хмара СДОР. Необхідно зачинити двері, вікна, по можливості законопатити всі щілини, щоб повітря не могло проникнути у приміщення. Закрити витяжні отвори. Для створення підпору повітря у приміщенні включити вентиляційну систему

(якщо зона мається у тваринницькому приміщенні). Зробити все можливе, щоб тварини якомога менше дихали отруєним повітрям.

Тривалість перебування у приміщеннях, пристосованих до укриття тварин, залежить від швидкості вітру, температури зовнішнього повітря, кількості тварин. Якщо відмічено, що у тварин почастишало дихання, з'явилася слинотеча пітливість, підвищилася на 1-1,5°C температура тіла (вимірюється у 2-3 тварин, розміщених у середній частині), виходить, підвищився вміст вуглекислого газу (запалений сірник миттю згасає якщо в повітрі 5 % CO₂), і їм не вистачає кисню. В цьому випадку треба негайно провітрити приміщення, відкривши вікна і двері з підвітряної сторони, висунувши засувки вентиляційних труб. Їх можна відкрити і після проходження зараженої хмари, якщо немає вітру.

Тварини утримуються в приміщенні доки не буде ліквідована небезпека ураження, тобто рівень зараження місцевості не знизиться до встановлених норм. Годувати тварин у початковий період після випадіння опадів або проходження зараженої хмари рекомендується чистими кормами.

Отже, до розробки основних заходів захисту об'єктів майнового характеру на м'ясоконсервних підприємствах від уражень СДОР можна віднести наступні: герметизація приміщень; захист тварин при перевезеннях; захист кормів та їх перевезення; захист джерел води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Goesaert, H., Leman, P., Buttebier, A., Delcour, J.A. (2009). Antifirming effects of starch degrading enzymes in bread crumb. *J. Agric Food Chem*, 57, 2346–2355.
2. Sullivan, P., Arendt, E., Gallagher, E. (2013). The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods, *Trends Food Sci Technol*, 29, 124–134.
3. Torbica, A., Belović, M., Tomić, J. (2019). Novel breads of non-wheat flours, *Food Chem*, 282, 134–140.
4. Lacko-Bartosova, M., Otepka, P. (2002). Quantitative characters and chemical composition of spelt wheat cultivars grown in Southern Slovakia. *Acta Phytotech Zootech*, 4, 71–73.
5. Krawczyk, P., Ceglińska, A., Kardialik, J. (2008). Porównanie wartości technologicznej ziarna orkisz z pszenicą zwyczajną. *Food. Sci. Technol. Qual.*, 5 (60), 43–51.
6. Kohajdova, Z., Karovicova, J. (2007). Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality. *Food. Sci. Technol. Qual.*, 4 (53), 36–45
7. Abdel-Aal, E.S.M., Hucl, P., Sosulski, F.W., Bhirud, P.R. (1997). Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *J. Cereal Sci.*, 26, 363–370.
8. Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mairi, V., Skarabanja, V., Kreft, I. (2000). Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chem*. 68, 437–441.
9. Capouchova, I. (2001). Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem*, 32, 307–322.
10. Majewska, K., Dabkowska, A., Zuk-Gołaszewska, K., Tyburski, J. (2007). Baking quality of flour obtained from grain of chosen spelt varieties (*Triticum spelta* L.). *Food. Sci. Technol. Qual.*, 2 (51), 60–71.

11. Grobelnik Mlakar, S., Bavec, M., Turinek, M., Bavec, F. (2009). Rheological properties of dough made from grain amaranth-cereal composite flours based on wheat and spelt. *Czech J. Food Sci.*, 27 (5), 309–319.
12. Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J. (1995). Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample. *LWT-Food Sci. Technol.*, 28 (1), 118–122.
13. Wilson, J.D., Bechtel, D.B., Wilson, G.W.T., Seib, P.A. (2008). Bread quality of spelt wheat and its starch. *Cereal Chem.*, 85 (5), 629–638.
14. Zielinski, H., Ceglinska, A., Michalska, A., 2008. Bioactive compounds in spelt bread. *Euro. Food Res. Technol.*, 226, 537–544.
15. Radomski, G., Bac, A., Mierzejewska, S. (2007). A comparative assessment of baking value of wheat flour and spelt. *Agric. Eng.* 93 (5), 369–374
16. Achremowicz, B., Kulpa, D., Mazurkiewicz, J. (1999). Technological assessment of grain spelt wheat. *Zesz. Nauk. AR Krakow*, 360, 11–17
17. Grela, E.R. (1996). Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 71, 399–404.
18. Marconi, E., Carcea, M., Graziano, M., Cubadda, R. (1999). Kernel properties and pasta-making quality of five European spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chem.*, 76, 25–29.
19. Abdel-Aal, E.S.M., Hucl, P. (2002). Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *J. Food Compos. Anal.*, 15, 737–747.
20. Bojnanska, T., Francakova, H. (2002). The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rost. Vyroba*, 48, 41–147.
21. Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J. (1995). Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample. *LWT-Food Sci. Technol.*, 28 (1), 118–122.
22. Campbell, K.G. (1997). Spelt agronomy, genetics and breeding. *Plant Breed. Rev.*, 15, 188–213.

23. Marconi, E., Carcea, M., Graziano, M., Cubadda, R. (1999). Kernel properties and pasta-making quality of five European spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chem.*, 76, 25–29.
24. Sobczyk, A., Pycia, K., Stankowski, S., Jaworska, G., Kuźniar, P. (2017). Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). *Journal of Cereal Science*, 77, 35-41.
25. Gąsiorowski, H. (2004). Pszenica orkisz – zboże ekologiczne. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 5, 13–14.
26. Kostecki, Z. (2005). Jakość orkiszu z upraw ekologicznych ze zbiorów 2004 r. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 6, 14.
27. Jurga, P. (1996). Mąka dla potrzeb specjalnych. *Przegl. Zboż. Młyn*, 1996, 7, 11.
28. Kalinowska - Zdun M. (2005). Renesans pszenicy orkisz. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2, 4-5.
29. Capouchová, I. (2001). Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem.*, 32, 307-322.
30. Sulejewska, H. (2004). Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* ssp *spelta*). *Pamiętnik Puławski*, 135, 285-293.
31. Bojňanská, T., Frančáková, H. (2002). The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rostlinná Výroba*, 48, 141-147.
32. Grela, E.R. (1996). Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. *J. Sci. Food.Agric.*, 71, 399-404.
33. Moudrý, J., Dvořáček, V. (1999). Chemical composition of grain of different spelt (*Triticum spelta* L.) varieties. *Rostlinná Výroba*, 45, 533-538.
34. Ceglińska, A. (2003). Technological value of spelt and common wheat hybrid. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, 6, 1-7.
35. PN - A - 74108:1996. Pieczywo. Metody badań.

36. Schober, T.J, Clarke, C.I., Kuhn, M. (2002). Characterization of functional properties of gluten proteins in spelt cultivars using rheological and quality factor measurements. *Cereal Chem.*, 79, 408-417.
37. Ostrowska, D. (1993). Orkisz pszenny cennym surowcem piekarskim. *Agrochemia*, 8, 11.
38. Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K. Stallknecht, G.F. (1996). Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations. *Cereal Chemistry*, 73, 533-535.
39. Tyburcy, A. ((2005). Wzrost znaczenia orkiszu w przetwórstwie zbożowym. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 7, 32-33.
40. Chrenková, M., Čerešňáková, Z., Sommer, A., Gálová, Z., Králová, V. (2000). Assessment of nutritional value in spelt (*Triticum spelta* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by chemical and biological methods. *Czech. J. Anim. Sci.*, 45, 133-137.
41. Gálová, Z., Knoblochová, H. (2001). Biochemical characteristics of five spelt wheat cultivars (*Triticum spelta* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 4, 85-87.
42. Forssell, F., Wieser, H. (1995). Dinkel und Zöliakie. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 201, 35-39.
43. Kasarda, D.D., D'Ovidio, R. (1999). Deduced amino acid sequence of an α -gliadin gene from spelt wheat (*spelta*) includes sequences active in celiac disease. *Cereal Chem.*, 76, 548-551.
44. Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal based products. *Trends in Food Sci. Technol.*, 15, 143-152.
45. Majewska, K., Dabkowska, E., Zuk-Golasewska, K., J. (2007). WARTOŚĆ WYPIEKOWA MAKI OTRZYMANEJ Z ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN ORKISZU (*TRITICUM SPELTA* L.) ŻYWNOSĆ. *Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (51), 60 – 71.

46. Nhlanhla Mtelisi Dube, Fei Xu, Renyong Zha. (2020). The efficacy of sorghum flour addition on dough rheological properties and bread quality: A short review, *Grain & Oil Science and Technology*, 3 (4), 164-171.

47. Chandiposha, M., Ignatius, C., Veronica, M. (2013). Utilisation of common grain crops in Zimbabwe, *Afr J Food Sci*, 7, 253–257.

48. Taylor, J.R.N., Duodu, K.G. Sorghum and millets: grain-quality characteristics and management of quality requirements, In: C. Wrigley, I. Batey, D.Miskelly (Eds.), *Woodhead publishing series in food science, Technology and Nutrition: Cereal Grains: Assessing and Managing Quality*, 2nd ed. Pretoria: Woodhead Publishing 2017, 317–351.

49. Ratnavathi, C.V. Sorghum processing and utilization, In: C.V. Ratnavathi, J.V. Patil, U.D. Chavan (Eds.), *Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective*, San Diego: Academic Press 2016, 311–327.

50. Khating, K.P., Kenghe, G.B., Ingale, V.M., Shelar, S.D. (20014). Effect of blending sorghum flour on dough rheology of wheat bread, *Int J Agric Eng*, 5, 117–124.

51. Рудь, А., Кухтин, М., Кравченко, Х. (2021). Нові види борошна в технології виробництва хліба і хлібобулочних виробів, Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції „Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти“, 29-29.

52. Хмеляр, А., Кухтин, М. (2021). Дослідження активності житньо-пшеничної закваски з екстрактом базилику. Тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції „Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти“, 30-30.

53. Карпук, G., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 3–7.

54. Winger, M., Khouryieh, H., Aramouni, F., Herald, T. (2014). Sorghum flour characterization and evaluation in gluten-free flour tortilla, *J Food Qual*, 37, 95–106.

55. Karpyk, H. V. (2016). *Metodychni vkazivky do vykonannia laboratornykh robit z dystsypliny “Zahalni tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv” dlia studentiv vsikh form navchannia zanapriamom pidhotovky 6.051701 “Kharchovi tekhnolohii ta inzheneriia”, spetsialnisti 181 “Kharchovi tekhnolohii”*. Ternopil: TNTU imeni Ivana Puliuia

56. Carson, L.C., Sun, X.S. (2000). Breads from white grain sorghum: rheological properties and baking volume with exogenous gluten protein. *Appl Eng Agric*, 16, 423–429.

57. Amir, B., Mueen-Ud-Din, G., Abrar, M., Mahmood, S., Nadeem, M., Mehmood, A. (2015). Chemical composition, rheological properties and cookiesmaking ability of composite flours from maize, sorghum and wheat. *J Agroalimnt Process Technol* 21 (2015) 28–35.

58. Freitas, V., Araujo, P., Guimaraes, S., Antonio, M., Silva, P., Placido, G.R. et al. (2015). Inclusion of sweet sorghum flour in bread formulations. *Afr J Biotechnol*, 14, 1655–1661.

59. Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 252–257.

60. Sibanda, T., Ncube, T., Ngoromani, N. (2015). Rheological properties and bread making quality of white grain sorghum-wheat flour composites. *Int J Food Sci Nutr Eng*, 5, 176–182.

61. Onyango, C. (2016). Starch and modified starch in bread making : a review. *Afr J Food Sci*, 10, 344–351.

62. Kulamarva, A.G., Sosle, V.R., Raghavan, G.S.V. (2009). Nutritional and rheological properties of sorghum. *Int J Food Prop*, 12, 55–69.

63. Liu, L. (2009). Evaluation of four sorghum hybrids in a gluten-free noodle system, Manhattan: Kansas State University.
64. Okusu, S., Otsubo, S., Dexter, J. (2010). Wheat milling and flour quality analysis for noodles in Japan, In: G.G. Hou (Ed.), Asian Noodles: Science, Technology and Processing, Hoboken: John Wiley & Sons Inc. 2010, 57–73.
65. Trappey, E.F., Khouryieh, H., Aramouni, F., Herald, T. (2015). Effect of sorghum flour composition and particle size on quality properties of gluten-free bread. *Food Sci Technol Int*, 21, 188–202.
66. Yousif, A., Nhepera, D., Johnson, S. (2012). Influence of sorghum flour addition on flat bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. *Food Chem*, 134, 880–887.
67. Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Yu. V., Horyuk, V. V., Pokotylo, O. O.. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 3 (1), 12 – 16.
68. Liu, L., Bean, S.R., Herald, T.J., Aramouni, F.M., Wang, D., Wilson, J.D. (2011). Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *J Cereal Sci*, 55, 31–36.
69. Hugo, L.F., Rooney, L.W., Taylor, J.R.N. (2003). Fermented sorghum as a functional ingredient in composite breads. *Cereal Chem*, 80, 495–499.
70. Hatcher, D.W., Anderson, M.J., Desjardins, R.G., Edwards, N.M., Dexter, J.E. (2002). Effects of flour particle size and starch damage on processing and quality of white salted noodles. *Cereal Chem*, 79, 64–71.
71. Torbica, A., Blažek, K.M., Belović, M., Hajnal, E.J. (2012). Quality prediction of bread made from composite flours using different parameters of empirical rheology. *J Cereal Sci*, 89, 102812.
72. Akajiaku, L., Nwosu, J., Kabuo, N., Odimegwu, E., Umelo, M., Unegbu, V. (2018). Using sorghum flour as part substitute of wheat flour in noodles making. *MOJ Food Process Technol*, 5, 250–257.

73. Torres, P.I., Ramírez-Wong, B., Serna-Saldivar, S.O., Rooney, L.W. (2003). Effect of sorghum flour addition on the characteristics of wheat flour tortillas. *Cereal Chem*, 70, 8–13.

74. Kovalenko, V.L., Ponomarenko, G.V., Kukhtyn, M.D., Paliy, A.P., Bodnar, O.O., Rebenko, H.I., Kozytska, T.G., Makarevich, T.V., Ponomarenko, O.V. (2020). Evaluation of acute toxicity of the "Orgasept" disinfectant. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10, 4, 273-278.

75. Wang, S., Copeland, L. (2013). Food & function gelatinization and its effect on starch. *Food Funct*, 4, 1564–1580.

76. Bugusu, B.A., Campanella, O., Hamaker, B.R. (2001). Improvement of sorghumwheat composite dough rheological properties and breadmaking quality through zein addition. *Cereal Chem*, 78, 31–35.

76. Hussein, M.A., Saleh, A., Noaman, M. (2016). Effect of adding sorghum flour on the physical and chemical properties of bread. *Period Polytech Chem Eng*, 21, 343–354.

77. Kovalenko, A.M., Tkachev, A.V., Tkacheva, O.L., Gutyj, B.V., Prystupa, O.I., Kukhtyn, M.D., Dutka, V.R., Veres, Ye. M., Dashkovskyy, O.O., Senechyn, V.V., Riy, M.B., Kotelevych, V.A. (2020). Analgesic effectiveness of new nanosilver drug. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 300-306.

78. Bugusu, B.A., Campanella, O., Hamaker, B.R. (2001). Improvement of sorghumwheat composite dough rheological properties and breadmaking quality through zein addition. *Cereal Chem*, 78, 31–35.

79. Collar, C., Rosell, C., Chapter: Bakery and confectioneries, In: M. Chandrasekaran (Ed.), *Valorization of food processing by-products series: fermented foods and beverages series valorization of byproducts from plant based food processing industries*, 1st ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group 2013, 554–582.

80. Dahir, M., Zhu, K., Guo, X., Peng, W., Aboshora, W. (2015). Incorporation of different additives into composite sorghum-wheat flour: effect on rheofermentation and pasting properties. *J Acad Ind Res*, 4, 117–121.

81. Kukhtyn M., Kravcheniuk K., Beyko L., Horiuk Y., Skliar O., Kernychnyi S. (2019). Modeling the process of microbial biofilm formation on stainless steel with a different surface roughness. *Eastern-European journal of Enterprise Technologies*, 2/11, 98, 14–21.
82. Schober, T.J., Messerschmidt, M., Bean, S.R., Park, S.H., Arendt, E.K. (2005). Glutenfree bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chem*, 82, 394–404.
83. Belton, P.S., Delgadillo, I., Halford, N.G., Shewry, P.R. (2006). Kafirin structure and functionality. *J Cereal Sci*, 44, 272–286.
84. Arendt, E., Zannini, E., Sorghum, In: E.K. Arendt, E.B.T. Zannini (2013). *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition-Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*, 1st ed, Cork: Woodhead Publishing, 283–311.
85. Jafari, M., Koocheki, A., Milani, E. (2018). Functional effects of xanthan gum on quality attributes and microstructure of extruded sorghum-wheat composite dough and bread. *LWT Food Sci Technol*, 89, 551–558.
86. Kukhtn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter - Moskaliuk, S., Levytska, V., Reshetnyk A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 89, 1/11, 69–75.
87. Escarnot, E. (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16(2), 243–256.

88. Журнал Агроном [Електронний ресурс]: Режим доступа: <https://www.agronom.com.ua/spelta-novyj-napryamok-u-vyrobnytstvi-pshenyts/>
Спельта: новий напрямок у виробництві пшениць.

89. Савченко, О., Калініченко, Ю. (2019). Технологія виготовлення житньо-пшеничного хліба на заквасках із використанням базиліку. Технічні науки та технології, 4 (18), 183 – 191.

90. ГОСТ 21094-75. Хлеб и хлебобучочные изделия. Метод определения влаги / Борошно та хлібобулочні вироби: Довідник: У 2 т. - Львів: НЦ «Леонорм», 2000. -Т.2. - С. 213-215.

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

92. Хлебобучочные изделия. Метод определения кислотности : ГОСТ 5670-96. - [Введ. 01.01.99] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи довідник у 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. - Т.2. - С. 228-232.

93. Хлебобучочные изделия. Метод определения пористости : ГОСТ 5669-96. - [Введ. 01.01.99] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи : довідник у 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. - Т.2. - С. 226-228.

94. Хлеб и хлебобучочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий : ГОСТ 5667-65. - [Введ. 01.01.66] // Борошно та хлібобулочні вироби. Нормативні документи : Довідник : У 2 т. / За заг. ред. В. Л. Іванова. - Львів : Леонорм, 2000. -Т.2.-С. 213-216.

95. Закон України Про охорону праці № 229-IV, від 21.11.2002 р.

96. Кодекс законів про працю України [Текст] : нормат. докум.; [з урахуванням останніх змін в редакції станом на 12.10.2009 р.]. – Суми: ФОП Соколик Б.В., 2009. - 88 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ
(Україна)
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. І.Я.ГОРБАЧЕВСЬКОГО
(Україна)
ІНСТИТУТ МЕДИЦИНИ ПРАЦІ ІМ. Ю.І. КУНДІЄВА
(Україна)
ІНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ
(США)
ВАРМІНСЬКО-МАЗУРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Польща)
ЯПОНСЬКА АСОЦІАЦІЯ МЕДИЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДНЮ
(Японія)
СЛОВАЦЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Словачія)
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Україна)
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(Україна)

I Міжнародна науково-технічна конференція Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти

Тези доповідей
20 – 21 травня 2021 р.

Тернопіль

УДК 001+664+576.8.095.16+577.472+628.543+613
Я45

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

П. Ясній – д.т.н., професор, ректор ТНТУ імені І. Пулюя

Заступник голови

П. Марущак – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ТНТУ імені І. Пулюя

Наукові секретарі

Х. Кравченко – к.т.н., асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Л. Криськова – асистент кафедри харчової біотехнології і хімії

Члени програмного комітету

Покотило О.	Україна
Кухтин М.	Україна
Юкало В.	Україна
Корда М.	Україна
Тайлер В. Ле Барон	США
Мокієнко А.	Україна
Бринза Ян	Словаччина
Вавренчик М.	Польща
Шигео Охта	Японія
Слезак Ян	Словакія
Шафран Л.	Україна
Гриневич Н.	Україна
Соколюк В.	Україна
Кривцова М.	Україна
Гудзь Н.	Україна

Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти: тези доповідей I Міжнародної науково-технічної конференції. (Тернопіль 20–21 травня 2021 року) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. – 84 с.

ISBN 978-617-7875-17-7

УДК 001 + 664+576.8.095.16+577.472+628.543+613

ISBN 978-617-7875-17-7

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021
© ФОП Паляниця В. А., 2021

ЗМІСТ

**СЕКЦІЯ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ВОДИ, ВОДОПІДГОТОВКИ,
ВОДООЧИЩЕННЯ, ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

Андрій Мокієнко АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ВОДИ	8
А.Ю. Кисилевська, К.Д. Бабов, Т.М. Безверхнюк, О.І. Цуркан, А.Л. Погребний САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНІ ВИМОГИ ДО ВЛАШТУВАННЯ ВОДОПУНКТІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД	10
Вероніка Червцова, Анастасія Гончаренко, Валентин Соболев, Ольга Швед ОГЛЯД ДЕЯКИХ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДООЧИЩЕННЯ	12
Євгеній Гладух, Олександр Кухтенко, Владислав Чусшов ПРИНЦИПИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ РОЗПОДІЛУ ВОДИ У ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ	14
І.С. Назарко, Г.А. Білецька ВПЛИВ ВОДОПІДГОТОВКИ НА ЯКІСТЬ НАПОЇВ: ТЕРНОПІЛЬСЬКА ПИВОВАРНЯ «ОПІЛЛЯ»	16
Катерина Сорокіна ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	18
Оксана Стрілець, Леонід Стрельников БІОТЕСТУВАННЯ ЯК СУЧАСНИЙ ЕКСПРЕС-МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ПИТНОЇ	20
Олена Коваленко, Ангеліна Коханська ОТРИМАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ З РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ	22
Остан Ліщинський, Анастасія Гнип, Яна Шимборська, Юрій Стецишин ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ НАНОСТРУКТУР	24
T. Mitchenko , S. Vasyliuk , Yu. Driker , Z. Maletskyi MULTIVARIATE ANALYSIS OF WATER QUALITY DATA FOR WATER SECURITY	25

СЕКЦІЯ: ВОДА І ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

А.Р. Янів, О.С. Покотило ВИКОРИСТАННЯ ВОДНОГО РОЗЧИНУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОГО ЙОДУ «ЙОДІС-К» У ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБО-БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	28
Андрій Рудь, Микола Кухтин, Христина Кравченко НОВІ ВИДИ БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА І ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	29
Антон Хмеляр, Микола Кухтин ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОЇ ЗАКВАСКИ З ЕКСТРАКТОМ БАЗИЛКУ	30
В.Р. Сельський, Т.І. Рольська ВПЛИВ ПЕКТИНІВ НА МІКРОБНІ КЛІТИНИ	31
В.Р. Сельський, О.В. Адамішин СПОСОБИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ПІДГОТОВКИ АБРИКОСІВ НА СОКОВІДДАЧУ	32
Г. Карпик, О. Спас ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ ІНДУСТРІЇ ШВИДКОГО ХАРЧУВАННЯ	33

УДК 664

Андрій Рудь, Микола Кухтин, Христина Кравченко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НОВІ ВИДИ БОРОШНА В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА І ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Andriy Rud, Mykola Kukhtyn, Khrystyna Kravcheniuk

NEW TYPES OF FLOUR IN TECHNOLOGY OF BREAD AND BAKERY PRODUCTS

В останні роки все більш популярності набуває тенденція щодо здорового харчування з вживанням мало традиційної сировини, яка відрізняється екологічністю, більш багаті на речовини, які сприятливо впливають на організм [1]. Це пояснюється тим, що темпи життя пов'язані із роботою все більш інтенсифікуються, а люди не мають достатньо часу дотримуватися раціонального і збалансованого способу харчування. Крім того, їжа швидкого приготування виготовлена із сировини, яка отримана за новітніх технологій, які передбачають одержання максимально великого урожаю без особливої уваги на її біологічну цінність (вміст мінеральних речовин, вітамінів, незамінних амінокислот). Тому все частіше в реалізації появляється нові види натуральних продуктів, які здатні відновити життєвий баланс організму і стабілізувати роботу органів і систем. Добрим прикладом вище наведеної проблеми служить введення у технологію хлібобулочних виробів борошна із спельти. Зокрема борошно із пшениці спельти має ряд переваг перед традиційним борошном з твердої і м'якої пшениці. Особливо це стосується вмісту протеїну (до 25 %) та клейковини (до 50 %). Це дає змогу використовувати борошно зі спельти як окремо для виготовлення хлібобулочних й макаронних виробів, так і як поліпшувач до низькоякісного борошна. Макроелементи: вміст калію на 10–15 % більший, ніж у звичайної пшениці, фосфору – більший на 60 %, сірки – на 70 %, магнію – на 35 %, кальцію така само кількість. Мікроелементи: вміст цинку на 25–30 % більший, ніж у звичайної пшениці, міді – на 15%, заліза – на 5–10%, селену – на 100–200 %, марганцю – на 15–20 %. Що стосується амінокислотного складу, то спельта в середньому має на 50 % вищий, ніж у м'якої пшениці, показник кількості кожної амінокислоти, а клітковини – на 10 % [2].

Отже, літературний аналіз даних, які висвітлюють хімічний склад борошна пшениці спельти виявив, що вона має ряд переваг при використанні у харчуванні. Крім значного джерела багатого на мінеральні речовини, продукти виготовлені із такого борошна будуть характеризуватися дієтичними властивостями.

Тому актуальним питанням у хлібопекарському виробництві є проведення досліджень, які б показували вплив борошна із спельти на біотехнологічні властивості дріжджових заквасок (підйомна сила, зимазна активність, осмочутливість). Вплив доданого борошна із спельти до традиційного на якість тіста його фізико-хімічні властивості (вологість, кислотність, зміна об'єму, органолептичні властивості). Крім того на якість самих хлібобулочних виробів: вологість, кислотність, пористість, органолептичні властивості та стійкість до мікробіологічного псування під час зберігання.

Бібліографія:

1. Іоргачова К. Г., Лебеденко Т. С. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок. Київ: Прес, 2015. 464 с.

2. Журнал Агроном [Електронний ресурс]: Режим доступа:

<https://www.agronom.com.ua/spelta-novyj-napryamok-u-vyrobnnytstvi-pshenyts/>

Спельта: новий напрямок у виробництві пшениць.

