

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

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

до дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

**Удосконалення технології виробництва  
борошняних кондитерських виробів з  
додаванням борошна зерна тритикале**

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

\_\_\_\_\_ Дар'я ПЕТРЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

(підпис)

«11» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Петренко Дар'ї Олексіївни

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва борошняних кондитерських виробів з додаванням борошна зерна тритикале».  
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва борошняних кондитерських виробів збагачених борошном зерна тритикале. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на елеваторах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Об'єкти та методи проведення досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Розробка технології борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого сіяного. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Результати досліджень та їх аналіз. 3 Кошторис витрат на проведення досліджень. 4 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-13.11.24	виконано
2	Огляд літературних джерел	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти та методи проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Дослідна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Розробка технології борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого сіяного	02.12-06.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти \_\_\_\_\_ Дар'я ПЕТРЕНКО  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 69 сторінок друкованого тексту, 5 рисунків та ілюстрацій, 16 таблиць та використано 45 літературних джерел.

Метою дослідження є розробка технологій борошняних кондитерських виробів із тритикалевого сіяного борошна.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних кондитерських виробів збагачених тритикалієвим борошном сіяним.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників готових кондитерських напівфабрикатів від кількості введеного борошна зерна тритикале.

Виробництво борошняних кондитерських виробів раніше було орієнтоване використання переважно пшеничного борошна. У зв'язку з економічною ситуацією, що склалася в останні роки, витрати на закупівлі зерна пшениці різко зростають і, як наслідок, собівартість продукції також різко зростає. Виходом із ситуації стало використання нової зернової культури – тритикале для хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

У зв'язку з цим актуальною проблемою є застосування тритикалевого сіяного борошна, наукове обґрунтування та розробка технологій борошняних кондитерських виробів покращеної якості.

Ключові слова: БОРОШНО, ТРИТИКАЛЕ, КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ, ПШЕНИЦЯ, КЛЕФКОВНИ, НАМОЧУВАНІСТЬ, СОБІВАРТІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1 Характеристика тіста для кондитерських виробів та факторів, що зумовлюють його властивості	9
1.1.1 Хімічний склад борошна	9
1.1.2 Компоненти, що вносяться до тіста	12
1.2 Вимоги до борошна при виробництві борошняних кондитерських виробів	17
1.3 Характеристика тритикале	21
1.3.1 Хімічний склад зерна тритикале	22
1.4 Характеристика продуктів помелу зерна тритикале	23
1.5 Використання борошна із зерна тритикале у виробництві борошняних кондитерських виробів	27
Висновки за розділом	28
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1 Сировина та матеріали, що застосовуються під час проведення досліджень	30
2.2 Методи досліджень властивостей сировини	31
2.3 Методи виготовлення тіста і борошняних виробів	31
2.4 Методи досліджень властивостей тіста	33
2.5 Методи оцінки якості готових виробів	34
2.6 Фракціонування борошна тритикалевого сіяного	34
2.7 Характеристика сировини та матеріалів, що застосовуються у роботі	34
Висновки за розділом	35
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	36
3.1 Вивчення хімічного складу, мікроструктури, фізико-хімічних, біохімічних та технологічних властивостей фракцій тритикалевого сіяного борошна	36

Висновки за розділом	41
4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З БОРОШНА ТРИТИКАЛЕВОГО СІЯНОГО	42
4.1 Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість бісквітного напівфабрикату	42
4.2 Вплив рецептурних компонентів на якість бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного	45
4.3 Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість пісочного напівфабрикату	46
4.4 Оптимізація рецептури приготування пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного	49
Висновки за розділом	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів	52
5.2 Шляхи утилізації відходів виробництва борошняних кондитерських виробів	54
Висновки за розділом	56
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
6.1 Організація проведення дослідження	57
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	58
6.3 Розрахунок вартості дослідження	60
Висновки за розділом	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64

## ВСТУП

У деяких країнах першочергова увага приділяється вирішенню проблеми забезпечення зерном, що визначає продовольчу незалежність держави.

У зв'язку з цим прийнято програму максимального самозабезпечення продовольством з допомогою розширення виробництва, забезпечення безпеки та підвищення якості власної зернової сировини.

Виробництво борошняних кондитерських виробів раніше було орієнтоване використання переважно пшеничного борошна. У зв'язку з економічною ситуацією, що склалася в останні роки, витрати на закупівлі зерна пшениці різко зростають і, як наслідок, собівартість продукції також різко зростає. Виходом із ситуації стало використання нової зернової культури – тритикале для хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів.

Дослідження з розробки технологій борошняних кондитерських виробів, які мають попит у населення, з включенням до рецептури борошна тритикалевого нечисленні.

У літературі відсутні дані про тритикалеве борошно та його властивості, що відповідають вимогам основних показників борошняних кондитерських виробів.

У зв'язку з цим актуальною проблемою є застосування тритикалевого сіяного борошна, наукове обґрунтування та розробка технологій борошняних кондитерських виробів покращеної якості.

Метою дослідження є розробка технологій борошняних кондитерських виробів із тритикалевого сіяного борошна.

Задля реалізації поставленої мети вирішували такі актуальні завдання:

- характеристика властивостей борошна тритикалевого сіяного та його окремих фракцій та формування;
- розробка технології бісквітного, пісочного напівфабрикату;
- дослідження впливу борошна тритикалевого сіяного на показники якості отриманих напівфабрикатів;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних кондитерських виробів збагачених тритикалієвим борошном сіяним.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників готових кондитерських напівфабрикатів від кількості введеного борошна зерна тритикале.



## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика тіста для кондитерських виробів та факторів, що зумовлюють його властивості

Якість борошняних кондитерських виробів переважно формується на стадії замісу тіста.

Тісто за агрегатним станом [1, 2] є твердорідким тілом і має як пружно-еластичні властивості твердого тіла (прагнення збереження форми), так і властивостями рідини (втрата форми завдяки плинності).

Істотний вплив на властивості тіста для борошняних кондитерських виробів надає, з одного боку, хімічний склад борошна, з іншого – внесення в тісто таких компонентів як цукор, жир, крохмаль, поліпшувачі тощо [5].

### 1.1.1 Хімічний склад борошна

Основними компонентами борошна, що впливають на характеристики тіста є білки, жири, вуглеводи та ферменти.

Ендосперм зерна хлібних злаків містить від 10 % до 20 % простих глобулярних білків – протеїнів. Приблизно 10 – 15 % загальної кількості білків пшениці складають водо- та солерозчинні білки, що утворюють у тісті колоїдні розчини. Решту становлять обмежено розчинні (набухаючі) у воді білки-проламіни (гліадин), а також глютеліни (глютенін). Перші розчинні в 70 % етиловому спирті, другі в слабких розчинах кислот і лугів [9].

Гідратований глютенін є гумоподібною, короткорозтяжною при великому опорі деформації, пружною і відносно "жорсткою" масою. Маса гідратованого гліадину рідка за консистенцією, сильно розтяжна, в'язкотекуча, липка і не пружна.

При замісі тіста гліадин і глютенін утворюють зв'язкову пружну, пластичну, здатну розтягуватися масу – клейковину, яка поєднує в собі структурно-механічні властивості гліадину і глютеніну і в цьому відношенні займає проміжне положення [8, 9].

Від стану клейковини значною мірою залежать структурно-механічні властивості тіста – його розтяжність та пружність.

У структурі борошняного тіста певну роль відіграють водо- та солерозчинні білки. Вони дуже гідрофільні. Їхні колоїдні розчини мають високу еластичність, поверхневу активність – здатність пластифікації, піноутворення та стабілізації сполук структури борошняного тіста [8].

Жири пшениці, жита та тритикале подібно до інших жирів рослинного походження характеризуються значним вмістом ненасичених жирних кислот. У процесі замішування тіста жири борошна здатні окислюватися під впливом кисню повітря. В результаті утворюються перекиси та гідроперекиси, які є сильними окислювачами. Вони здатні окислювати сульфгідрильні групи білка з утворенням дисульфідних зв'язків, що зміцнює структуру білка. В результаті окисних процесів підвищуються структурно-механічні властивості тіста, а також його в'язкість.

Істотно впливають на властивості кондитерського тіста вуглеводи борошна, зокрема крохмаль. При замісі тіста зерна крохмалю поглинають воду, що вноситься в тісто, адсорбційно у кількості 30 – 40 %. В результаті утворюється колоїдний розчин, який надає тісту пластичних властивостей [9].

На вологоємність крохмалю впливає ступінь ушкодження крохмальних зерен та їх вміст у крохмалі борошна. Пошкоджені зерна поглинають воду в кількості 200 % маси сухої речовини крохмалю.

При взаємодії крохмалю з гарячою водою відбувається часткове руйнування водневих зв'язків між молекулами, при цьому амілоза крохмалю розчиняється, а амілопектин лише набухає. При подальшому охолодженні крохмального клейстеру амілоза утворює разом з амілопектином колоїди високої пружності та в'язкості.

У зерні хлібних злаків основними компонентами оболонок є целюлоза та геміцелюлоза. Перераховані сполуки містяться у значних кількостях в алейроновому шарі. У цілому в зерні злаків міститься 5 – 3 % сирової целюлози, що важко відокремлюється від супутніх їй геміцелюлоз і клітковини [8].

Клітковина подібно до крохмалю є гідрофільною сполукою. Завдяки величезній молекулярній масі та розмірам молекул, вона нерозчинна у воді. Вона набухає і,

володіючи жорсткою капілярнопористою структурою, має високу водопоглинальну здатність. Набрякла у воді клітковина набуває пластичності. У борошняному тісті клітковина служить активним наповнювачем, що підвищує вологемність борошна і пружно-в'язкі пластичні характеристики його структури.

Метил-, етил- і карбоксиметилцелюлоза розчиняються у воді і мають здатність піноутворення.

У хлібних злаках міститься значна кількість полімерів – геміцелюлоз. При взаємодії з водою вони дають колоїдні розчини, що володіють високою в'язкістю, що перевищує в кілька разів в'язкість крохмального клейстеру. В'язкість цих розчинів знаходиться у прямій залежності від концентрації, знижується з підвищенням температури, не змінюється в межах рН від 2 до 8, сильно знижується при введенні сульфгідрильних груп цистеїну.

Таким чином, геміцелюлоза, як і целюлоза, є загусником структури борошняного тіста, особливо у випадках його приготування з борошна оббивного помелу. У процесі замісу тіста вони адсорбуються на поверхні зерен крохмалю, глобулярних білків зерна, знижують їх набухання у воді, здатність до агрегації, а також швидкість процесу гідролізу ферментами.

На структуру та механічні властивості борошняного тіста мають значний вплив ферменти зерна, що переходять в борошно. Будучи каталізаторами багатьох біохімічних реакцій обміну речовин клітин рослинних і тваринних тканин з навколишнім середовищем, вони змінюють молекулярну масу, будову, вміст основних сполук хімічного складу зерна, а, отже, і структуру тіста. Активність ферментів залежить від температури, вологості, активної кислотності, а також окислювально-відновного потенціалу середовища, які автоматично регулюються клітинами тканин за принципом зворотного зв'язку.

Серед існуючих груп ферментів істотно впливають на структуру тіста гідролази. Під їх впливом молекулярна маса полімерних сполук зерна – білків, крохмалю та інших в результаті гідролізу зменшується і збільшується ступінь розчинності у воді. Низькомолекулярні водорозчинні сполуки, що утворюються з них, пластифікують структуру тіста, знижуючи його пружно-пластичні характеристики.

Окисно-відновні ферменти (дегідрогенази, оксидази) сприяють утворенню в структурі тіста при окисленні білків, вуглеводів, жирів додаткових полярних (карбокислих, карбонільних, гідроксильних) атомних груп та зв'язків між ними, а також їх ліквідацію при реакціях відновлення. Процес окислення зазначених сполук підвищує водопоглинання борошна, тоді як реакції відновлення його знижують.

Таким чином ферментативні процеси, що протікають нормально в зерні, борошні та тісті, змінюють його структуру у встановлених межах прийнятих технологічних схем виробництва борошняних виробів без погіршення їхньої якості. Проте, недостатня чи надмірна активність ферментів зерна небажана, оскільки якість виробів може погіршитися [2].

### 1.1.2 Компоненти, що вносяться до тіста

Істотно впливає на реологічні властивості борошняного тіста вода. Вона є розчинником та зв'язуючою речовиною гідрофільних сполук тіста. Усі фізико-хімічні процеси, а також біохімічні реакції протікають за активної участі води. Приготування борошняного тіста – процес пластифікації сухих, твердих гідрофільних хімічних сполук борошна, в якому вода є речовиною, що спочатку послаблює і руйнує внутрішні зв'язки між молекулами і агрегатами, а потім їх власними водневими зв'язками. Такі властивості борошняного тіста як в'язкість, пружність, еластичність та інші змінюються в залежності від кількості води, що міститься в тісті. Зміна вологості тіста та контроль її – один із способів регулювання його реологічних властивостей.

Були досліджені пластично-в'язкі властивості пшеничного тіста з різним вмістом води. Доведено, що в'язкість пшеничного тіста зростає із зменшенням його вологості, при цьому також збільшується гранична напруження зсуву [15].

Дослідженнями Хальтона та Скотт Блера (Англія) встановлено, що в міру збільшення вмісту води тісто виявляє менший опір деформації та більшу розтяжність, знижуються модуль пружності та в'язкість. При цьому відношення в'язкості до пружності модуля також зменшується [17].

Були проведені дослідження з вивчення впливу вологості на реологічні властивості тіста за допомогою ротаційного віскозиметра РВ-8 з автоматичним записом

результатів експериментів. Експерименти показали, що модулі пружності, еластичності та рівноважний модуль майже постійні при різних градієнтах швидкості (у межах непорушеної структури) і змінюються за різної вологості тіста.

Для різних видів борошняних кондитерських виробів характерна певна вологість тіста. Для цукрового печива вологість тіста з борошна першого ґатунку при періодичному замісі має бути 16,5 – 18,5 %, а при безперервному замісі дещо нижче – 15 – 17,5 %. Підвищення вологості такого тіста веде до його затягування – надання пружності та деякої еластичності. Пластичність у свою чергу знижується. При формуванні такого тіста малюнок на поверхні втрачає рельєфність, змащується. Поверхня печива виходить шорсткою.

Вологість тіста для печива залежить від сорту борошна. Так, для борошна вищого ґатунку вологість має бути 22 – 26 %, а для борошна першого ґатунку – 25 – 26 %.

Для простих галет з пшеничного борошна першого сорту вологість тіста повинна бути 31 – 32 %, для крекера – 26 – 31 %, для пряників – 23,5 – 25,5 % [19].

Відомо, що внесення в тісто різних речовин здатне змінювати його фізичні властивості, розслаблюючи чи зміцнюючи консистенцію [15].

Так внесення в тісто цукру, що є пластифікатором, знижує його в'язкість та пружність. Цукор надає дегідратуючу дію на набряклі клейкі білки. Внаслідок цього за консистенцією тісто з цукром після замісу більш рідке проти тіста без цукру. При надлишку цукру спостерігається прилипання тіста до робочих органів машин, а заготовки при випіканні розпливаються. Підвищений вміст цукру у виробках без жиру надає їм підвищеної твердості.

Додавання жиру робить тісто слабшим і знижує його в'язкість, що пов'язано зі зменшенням набухання колоїдів та збільшенням вмісту вільної води в тісті. Жир, особливо як емульсії, збільшує гідратацію клейковини і у зв'язку з цим газоутримуючу здатність тіста. Це робить тісто пластичним, що сприятливо позначається на його фізичних властивостях, готові вироби стають шаруватими і розсипчастими.

Внесення в тісто жирів, що особливо перебувають у рідкому вигляді, робить тісто дещо рідкішим за консистенцією. У той самий час липкість тіста зменшується, і тісто з добавками жиру краще проходить через робочі органи устаткування [16, 18].

Внесення в тісто жирних продуктів з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, які можуть під впливом ліпоксигенази борошна перетворюватися на пероксидні сполуки, може посилювати окислення в тісті сульфгідрильних груп білково-протеїназного комплексу борошна і цим покращувати структурно-механічні властивості тіста [17].

Цукрове і зтяжне тісто розрізняються пружно-в'язко-пластичними властивостями. Це досягається як технологічними особливостями замісу, так і різним вмістом цукру та жиру у тісті.

У цукровому тісті міститься велика кількість цукру і жиру, що в поєднанні з низькою температурою і нетривалим замісом обмежує набухання клейковини і тому дозволяє отримати тісто з меншою вологістю, яке легко рветься і пластичне. При замісі зтяжного тіста, навпаки, використовують меншу кількість цукру і жиру в поєднанні з підвищеною температурою і тривалістю замісу для того, щоб створити умови для повного набухання клейковини борошна і, отже, отримати пружне тісто.

Були проведені роботи з вивчення впливу зміни співвідношення цукру та жиру на структурно-механічні властивості цукрового напівфабрикату. У запропонованій рецептурі було змінено співвідношення борошно:жир:цукор (1:0,53:0,37 – контроль; 1:0,52:0,34 – дослідна проба). Показано, що уточнення рецептури змінило стійкість тіста (стійкість, структурування системи за інтенсивної механічної обробки). Більшу стійкість мав випробуваний зразок. Кількісні зміни компонентів у рецептурі цукрового напівфабрикату позитивно позначилася на його показнику як розрідження тіста. При інтенсивній механічній обробці зразка розрідження, що випробовується, практично не спостерігалось. У цілому нині пластично-в'язка система зміцнювалася, що призвело до деякого зниження питомого обсягу у випеченому напівфабрикаті проти контролю. Випечений напівфабрикат з цукрового тіста за уніфікованою рецептурою мав більше намокання [15].

На властивості тіста впливають і технологічні параметри тістознавства, такі як температура, тривалість і інтенсивність замісу [7, 9].

Істотно впливає на процес тістоутворення температура сировини, що використовується при замісі, прискорюючи або уповільнюючи набухання колоїдів

борошна. У цьому випадку, якщо необхідно збільшити набухання колоїдів борошна, заміс ведуть за підвищеної температури суміші сировини. Коли необхідно обмежити набухання колоїдів борошна і отримати тісто з максимальною пластичністю, як при замісі цукрового тіста, ведуть процес при зниженій температурі суміші сировини [17].

Для кожного виду тіста є власний оптимум температури. Для тіста з пружною консистенцією (затяжне печиво, галети, крекер) оптимальною є підвищена температура замісу (32 – 40 °С). Однак, температура тіста може змінюватись в залежності від температури навколишнього середовища. Так, дотримуватися температури тіста близько 40 °С слід у тому випадку, коли обробка тіста відбувається в приміщенні з температурою повітря, а не нижче 20 °С. При температурі приміщення близько 15 °С поверхня тіста з температурою 40 °С помітно погіршується (стає шорсткою), що негативно впливає на зовнішній вигляд виробів. Тому при обробці тіста в холодному приміщенні температура тіста повинна бути дещо нижчою за звичайну.

При замісі пластичного тіста (цукрове печиво) підтримують нижчу температуру напівфабрикату (17 – 25 °С) при замісі тіста в теплу пору року для підтримки такої температури замісу іноді доводиться спеціально охолоджувати воду, що витрачається на заміс. При замісі такого тіста за підвищеної температури воно затягується, структура його змінюється, якість виробів значно погіршується, малюнок, що лежить на поверхні печива, змащується [19]. Оптимальна температура замісу тіста може коливатися залежно від температури навколишнього середовища.

На якість тіста впливає і механічна обробка напівфабрикату, тобто тривалість та інтенсивність замісу.

У зв'язку з цим для отримання тіста з пластичними властивостями (цукрове печиво) тривалість замісу повинна бути мінімальною, необхідною для розподілу сировини та отримання зв'язаного тіста. Особливо важливо скоротити тривалість контакту борошна з водою і водомісткою сировиною. Внаслідок цього можна скоротити тривалість процесу набухання клейковини і не дати розвинути пружним її властивостям. Тривалість замісу пластичного тіста має перевищувати 25 хвилин. Застосування попередньо підготовленої емульсії з усіх компонентів рецептури та води без борошна значною мірою сприяє зменшенню до мінімуму тривалості подальшого

змішування з борошном [16].

Тривалість замісу пружного тіста, що використовується для отримання затяжного печива, крекера, галет, має бути значно більшою, ніж для пластичного. Замість такого тіста триває від 30 до 60 хвилин. Тривалість замісу для тіста одного і того ж типу може змінюватися в залежності від вмісту клейковини в борошні, температури суміші сировини, вологості тіста, конструкції лопатей та частоти їх обертання [16].

Так, зі збільшенням кількості клейковини в борошні тривалість замісу затяжного тіста знижується. При великому вмісті клейковини в борошні навіть при обмеженому набуханні колоїдів у процесі замісу утворюється тістова маса. При низькому вмісті клейковини в борошні необхідно більш повне набухання його, щоб достатньо проявилися клейковинні властивості при утворенні тіста. Це досягається більш тривалим замісом. Збільшення кількості вологи в тісті, як і збільшення початкової температури суміші, за інших рівних умов скорочує тривалість замісу внаслідок швидшого набухання клейковини.

Тривалість замісу пов'язана з його інтенсивністю, яка характеризується частотою обертання лопатей місильної машини. Збільшення частоти обертання скорочує тривалість замісу. Для цукрового тіста, наприклад, не рекомендується застосовувати надмірно велику частоту обертання лопатей, так як у тісті може швидко підвищитись температура, внаслідок чого утворюється затягнуте тісто. Замість цукрового тіста ведуть у місильній машині при частоті обертання лопатей, що не перевищує 15 – 20 об/хв. Для затяжного тіста заміс ведуть за більшої частоти обертання лопатей (18 – 25 об/хв), що скорочує тривалість замісу [9].

Таким чином приготування тіста для борошняних кондитерських виробів з оптимальними властивостями, що забезпечують отримання якісного продукту залежить від багатьох факторів, зумовлених хімічним складом компонентів, що входять до нього, їх співвідношенням і технологічними параметрами процесу. Серед цих факторів властивості борошна та її окремих елементів відіграють найважливіше значення. Тому необхідне наукове обґрунтування вдосконалення хімічного складу та функціональних властивостей борошна на основі вивчення фізико-хімічних, біохімічних, технологічних властивостей нових видів борошна та тіста, отриманого на його основі.



## 1.2 Вимоги до борошна при виробництві борошняних кондитерських виробів

У кондитерській промисловості борошно є основним видом сировини для виробництва борошняних кондитерських виробів: печива, пряників, галет, крекерів, вафель, тортів, тістечок та ін., як правило, як добавки.

При пред'явленні вимог до якості пшеничного борошна відштовхуються від того, який вплив надає борошно на технологічний процес виробництва та якість готових виробів.

Дослідження показали, що на якість виробів впливає сортність і колір борошна, кількість та якість клейковини, а також крупність помелу борошна. Внаслідок цього борошно другого сорту ні за вмістом висівок, ні по кольоровості не може бути рекомендовано для вироблення борошняних кондитерських виробів, так як вироби виходять темного кольору зі щільною і грубою структурою. Тому для приготування борошняних кондитерських виробів високої якості бажано використовувати борошно світлозбарвлене з низьким показником зольності, що характерно для пшеничного борошна вищого і першого сорту.

Важливим показником, що впливає на якість виробів, є кількість та якість клейковини. Цей показник залежить від виду борошняного кондитерського виробу. Так, зтяжні сорти печива повинні вироблятися з борошна із середнім вмістом клейковини слабкої якості. Зтяжне печиво, приготоване з борошна з сильною і середньою клейковиною за якістю, під час випічки деформується, а поверхня печива стає рябою і покривається бульбашками [15].

Пісочні (цукрові) сорти печива повинні вироблятися з борошна з клейковиною середньої та слабкої якості незалежно від її кількості. Пісочне печиво з борошна з сильною клейковиною поступається виробам з борошна із середньою та слабкою за якістю клейковиною з намокання, пористості та підйому при випіканні. Для тістечок із пісочного тіста, а також для десертного печива застосовується борошно із вмістом клейковини від 30 до 35 % слабкої та середньої за якістю.

Для сирцевих пряників слід застосовувати борошно з сильною клейковиною, а для заварних пряників – борошно зі слабкою клейковиною.

Галети прості повинні вироблятися з борошна, що містить 32 – 36 % сирової клейковини середньої якості. Для отримання жирних галет треба віддати перевагу борошну з вмістом слабкої клейковини близько 30 %, так як вироби, що отримуються з цього борошна мали хорошу пористість і ніжну структуру. З борошна з великим вмістом клейковини виходить відштамповане тісто спотвореної форми, а при зниженому вмісті клейковини виходить мало зв'язне тісто [15].

Для тістечок типу слойки, а також виробів, отриманих із заварного напівфабрикату, повинно застосовуватися борошно з вмістом 38 – 40 % сильної клейковини за якістю, яка повинна забезпечити утворення пружного, добре опірною розривного тіста.

Показник крупності помелу борошна – один із важливих показників для борошняних кондитерських виробів. У своїх роботах [19] вивчили взаємозв'язок між крупністю помелу пшеничного борошна та його властивостями. Вони досліджували 5 зразків борошна, змеленого з ярої червоної твердозернової пшениці з розмірами частинок від 42,3 до 68 мкм. Визначили кольоровість борошна, реологічні властивості тіста та якість виробів, що виготовляються. Підтверджено, що розмір часток впливає на кольоровість борошна. Зменшення розміру частинок сприяє освітленню борошна. Не виявлено явної кореляції між даними амліограми та розміром частинок, але зі зменшенням розміру частинок кількість падіння збільшується. Встановлено, що реологічні властивості тіста (за даними фаринограми, міксограми та екстенсограми) більшою мірою все ж таки залежать від ступеня пошкодження крохмальних зерен, ніж від розміру частинок борошна [1].

На підставі цього було проведено дослідження впливу ступеня механічного пошкодження крохмальних зерен на якість борошна та його придатність для печива.

Зазначено, що з 10 зразків борошна різного виходу, отриманих з різних млинів, лише 3 відповідали оптимальному значенню ступеня механічного пошкодження крохмалю, розрахованого емпіричним шляхом. Якісні показники цукрового та сухого хрумкого печива (органолептичні та фізико-хімічні) залежали від сукупності технологічних характеристик борошна [16].

Було досліджено залежність якості затяжного печива від фракційного складу

борошна. Для цього було проведено класифікацію пшеничного борошна за розміром частинок за допомогою лабораторного класифікатора "АРІЯ". Було виділено три фракції борошна – велика, середня, дрібна [14].

Встановлено, що показники якості окремих фракцій залежать від розмірів частинок борошна та хімічного складу. Аналіз фракцій показав суттєву різницю у вмісті та якості клейковини порівняно з вихідною пробєю, що у свою чергу зумовлювало реологічні властивості тіста та якість зтяжного печива.

Дослідження показали, що дрібна фракція борошна негативно впливає на реологічні властивості тіста та якість зтяжного печива, а найкращі споживчі властивості – у зразків великої фракції.

Цукрове печиво з борошна великого помелу відрізнялося кращою крихкістю, пористістю та об'ємом порівняно з пробами виробів з м'якого борошна тоншого помелу. Крім того, при застосуванні борошна крупного помелу в цукровому печиві більшою мірою відчувається присутність жиру [14].

Аналіз [10] показав різку диференціацію вимог до борошна різних видів борошняних кондитерських виробів.

Так в залежності від цільового призначення борошна до нього пред'являють вимоги по цілому комплексу показників якості: вмісту білка, мальтози, падіння і водопоглинальної здатності.

Наприклад, для кексів, бісквітів, галет більш доцільним вважають використовувати крохмалисте борошно з низьким вмістом білка.

У зв'язку з цим у багатьох країнах організовано виробництво розширеного асортименту борошна з урахуванням цільового призначення.

За результатами вітчизняних та зарубіжних досліджень усі сорти пшеничного борошна за цільовим призначенням можуть класифікуватися наступним чином (табл.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація борошна за цільовим призначенням

Група	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	Цільове призначення
1	менше 5	менше 10	для отримання вафельного борошна, як крохмалю для кондитерської та ін. галузей промисловості
2	5,5 – 9,9	11 – 23	для випікання виробів типу крекера, тістечок, кексу, бісквіту, цукрового печива, галет
3	10,5 – 12,5	24 – 28	для масових видів хлібобулочних виробів
4	13,0 – 15,5	28 – 34	для виробів типу калача, міської булки, бублика
5	16,0 – 17,0	35 – 42	для діабетичного хліба, печива та листових кондитерських виробів
6	більше 18	понад 43	як покращувач слабого борошна

Клейковина в борошні для тістечок повинна бути слабкою, для інших масових видів виробів – середньою.

Оскільки для зерна характерний дефіцит білкових речовин, що обумовлює необхідність щорічного завезення пшениці – поліпшувача для складання помольних партій, намагалися створити спеціальні сорти борошна, зокрема, для зтяжного печива [19].

Для цього було відібрано по 25 проб пшеничного борошна вищого та першого сортів, що використовуються при виробництві зтяжного печива. У відібраних пробах досліджували вміст загального білка, кількість та якість сирої клейковини, вивчали гранулометричні характеристики та мікроструктуру борошна. З фракцій борошна різного гранулометричного складу та якості готували печиво та аналізували його. В результаті отримали такі показники якості спеціального борошна: кількість сирої клейковини менше 23 %, якість понад 75 од. ІДК, вміст загального білка менше 8 %, дисперсність борошна понад 85 мкм.

Встановлено, що для отримання спеціального кондитерського борошна можна використовувати пшеницю з низькими хлібопекарськими властивостями із вмістом клейковини менше 21 %, яка може становити до 100 % помольної партії.

Використання спеціального сорту борошна дозволить раціональніше використовувати зернові ресурси, економити зерно пшениці-поліпшувача, максимально використовувати низькоклейковинне зерно, а також відмовитися від застосування крохмалю у виробництві затяжного печива.

Таким чином, забезпечення потреби у повноцінних продуктах харчування, у тому числі борошняних кондитерських виробів, що володіють високими споживчими властивостями, можливе за рахунок отримання різних видів та сортів борошна не тільки із зерна пшениці, а й інших злакових культур. Перспективною в цьому відношенні може бути зерно тритикале та борошно з нього.

### 1.3 Характеристика тритикале

Тритикале є першою, штучно створеною зерною культурою, одержаною при схрещуванні пшениці (*Triticum*) та жита (*Secale*).

Створення тритикале – нового виду зернових культур, що має низку видатних якостей і являє собою новий ботанічний рід – одне з найбільших досягнень селекції [13].

До роду *Triticale* вчені відносять усю різноманітність отриманих селекціонерами пшенично-житніх амфіплоїдів типу алополіплоїдів. Застосовують також і інший термін – амфідиплоїд у тому випадку, коли не відома геномна структура батьківських видів або види є диплоїдними. Якщо при отриманні пшенично-житніх гібридів геномний склад пшениці та жита добре відомий, то для позначення таких гібридів правильнішим є термін «амфіплоїд» [3].

Розрізняють тритикале двовидові: октоплоїдні, тобто гібриди м'якої пшениці та жита та гексаплоїдні – гібриди твердої пшениці та жита, а також тривидові – гібриди м'якої, твердої пшениці та жита [3].

Метою створення тритикале було поєднання в цій культурі кращих властивостей її батьків: пшениці – висока врожайність і більший вміст білка, жита – менша вимогливість до ґрунту, клімату та погодних умов, більша стійкість до захворювань та кращий амінокислотний склад білка.

Нині питанню селекції тритикале приділяється велика увага. На даному етапі

вивченням, селекціонуванням та обробіткою тритикале займаються понад 50 країн світу. За даними СММІТ найбільші посівні площі цієї культури зосереджені у Франції, Польщі, Австрії, Іспанії, Китаї, США, Німеччині, Італії, Англії, Литві, Україні та Білорусі. За останні роки в різних країнах виведено низку високоврожайних сортів озимої та ярої тритикале, які за продуктивністю перевищують пшеницю.

Роботи з дослідження тритикале проводяться за комплексною програмою. Вона передбачає створення нових сортів тритикале, що використовуються на продовольчі та кормові цілі, технологій переробки зерна тритикале, а також створення виробів хлібопекарської та кондитерської галузі [7].

Для вирішення поставлених завдань були районовані такі сорти озимої тритикале як Мально, Мара, Міхась, Дар та ярої – Лана та Інесса.

### 1.3.1 Хімічний склад зерна тритикале

За загальним хімічним складом зерно тритикале є типовим плодом злаку, що характеризується високим вмістом вуглеводів і білка, що варіює в широких межах залежно від сорту, кліматичних та агротехнічних умов проростання та інших факторів. Поряд з цим, до його складу входять також ліпіди, мінеральні речовини, органічні кислоти, ферменти, вітаміни та пігменти [2, 9].

Середній хімічний склад зерна тритикале порівняно з батьківськими формами (пшениця, жито) представлено у табл. 1.2 [16, 17].

Вуглеводно-амілазний комплекс зерна тритикале представлений вищими полісахаридами (крохмалем, декстринами, геміцеллозою, слизами), полісахаридами першого порядку (дисахаридами, трисахаридами), невеликою кількістю простих цукрів (глюкозою, фруктозою) та амілолітичними ферментами (альфа- та бета-амілазою).

Вміст крохмалю коливається від 491 до 691 % [9]. У зерні злаків крохмаль знаходиться у вигляді гранул розміром від 2 до 150 мкм. За формою та розміром крохмальних гранул тритикале є проміжний типів між батьківськими формами.

Таблиця 1.2 – Середній хімічний склад зернових культур

Хімічний склад на 100 г борошна	Зернова культура		
	тритикале	пшениця	жито
Вода, г	14,0	14,0	14,0
Білки, г	12,8	12,5	9,9
Жири, г	2,1	2,3	2,2
Моно- та дисахариди, г	1,0	0,9	1,5
Крохмаль, г	53,5	53,0	54,0
Клітковина, г	2,6	2,5	2,6
Зола, г	1,7	1,7	1,7
Мінеральні речовини, мг:			
Na	5	8	4
K	368	350	424
Ca	55	57	59
Mg	120	104	120
P	396	400	366
Fe	5	5,7	5,4
Вітаміни, мг:			
β-каротин	0,012	0,01	0,02
B <sub>1</sub>	0,43	0,46	0,44
B <sub>2</sub>	0,18	0,13	0,2
PP	5,2	5,6	1,3

#### 1.4 Характеристика продуктів помелу зерна тритикале

Значення продуктів переробки зерна у харчуванні людини визначається калорійністю, вмістом білкових речовин, біологічною цінністю останніх, а також мінеральним та вітамінним складом.

У зв'язку з цим у низці країн світу – США, Угорщині, Україні, Болгарії, Польщі, Німеччині було проведено дослідження продуктів помелу зерна тритикале [6].

Досліджували продукти, отримані в результаті односортного, двосортного, трисортного помелів, а також борошно з цільнозмеленого зерна.

У таблиці 3 представлені дані, що характеризують вихід проміжних та кінцевих продуктів помелу зерна тритикале, а також вмісту в них золи, білка, жиру та клітковини

(на вологість 14 %) [12].

Аналіз таблиці 1.3 показав, що при загальному виході борошна 53,6 %, за своєю зольністю та вмістом клітковини відповідного борошна 1 сорту, виходить 46,3 % кормових продуктів. У середньому вивчені зразки тритикале забезпечували отримання односортного борошна на рівні 62,9 % із зольністю в межах 0,4 – 0,58 %.

Таблиця 1.3 – Характеристика продуктів помелу зерна тритикале

Потік	Вихід, %	Зольність, %	Хімічний склад, %		
			білок	жир	клітковина
I драна, борошно	10,48	0,42	6,4	0,3	0,4
II драна, борошно	5,93	0,43	7,8	0,4	0,5
Ситовійка	3,53	0,47	8,7	0,4	0,5
III драпе, борошно	3,61	0,78	10,8	0,7	0,5
1 розмельна	7,54	0,45	10,3	0,4	0,5
Пересів	1,54	0,46	10,6	0,5	0,4
2 розмельна	10,61	0,44	11,4	0,5	0,4
3 розмельна	7,65	0,43	11,3	0,9	0,5
4 розмельна	1,98	1,10	14,2	1,1	0,8
5 розмельна	0,76	2,30	15,4	2,3	1,3
Усього борошна	53,63	0,55	9,7	0,7	0,5
Кормове борошно	1,69	3,10	13,4	2,5	5,9
Великі висівки	3,46	4,50	15,8	3,7	5,2
Дрібні висівки	0,21	4,50	12,8	3,1	8,8
Зародок	4,80	3,60	15,1	2,5	4,3
Висівки	36,13	5,50	15,6	3,3	7,4
Усього кормових продуктів	46,29	-	-	-	-

Проведені в Угорщині на млиновому підприємстві дослідні помели зерна тритикале показали, що сумарний вихід борошна може бути отриманий у межах 63,5 %. При цьому можна отримати три сорти борошна: вищий, що найбільш наближається до пшеничного (вихід 13,5 %); борошно, аналогічне житньому сіяному (вихід 12,2 %) і борошно типу житнього односортного помелу (38,3 %). Отримані при цьому помелені



висівки (близько 35 %) характеризувалися високим вмістом білкових речовин (18,2 %), клітковини (6,9 %) та високою зольністю (4,2 %). При помелі відзначалося важке відділення насіннєвих оболонок; очищені крупки тритикале не відрізняються від пшеничних. Витрата енергії при переробці тритикале була дещо меншою, ніж при переробці жита [17].

Також проводилися дослідження з одержання борошна із зерна тритикале при двосортному помелі. Вивчали зміну якості потоків борошна, отриманих під час переробки зерна тритикале АД-206 Одеської області. Переробку зерна в борошно проводили в лабораторних умовах за схемою двосортного 80 % помелу, що включає 5 драних і розмольних систем.

Формування борошна сіяного та обдирного проводили за двома варіантами:

- змішували всі потоки борошна згідно зі схемою технологічного процесу;
- при формуванні сортів борошна виключали потоки борошна V драною та 2 розмельною систем, що мають низькі показники якості.

Аналіз отриманих даних показав, що потоки борошна сіяного та обдирного V драної та 2 розмельної системи характеризуються підвищеним вмістом золи, пошкодженого крохмалю, декстринів, мають підвищену активність альфа-амілази та низький вихід клейковини [12, 13].

Для використання борошна в хлібопекарському та кондитерському виробництві важливе значення має колір борошна і здатність його до потемніння.

Також проводилися дослідження кольору 6 видів борошна із зерна тритикале, включаючи борошно типу 900 та його здатність потемніти при переробці. У ході роботи встановили, що колір проб борошна із зерна тритикале одного виходу змінюється у порівняно широкому діапазоні. Здатність борошна із зерна тритикале до потемніння в процесі переробки в 3 рази вища, ніж пшеничного борошна того ж виходу. При зберіганні борошна із зерна тритикале відзначено її незначне посвітлення до 30 дня. Після цього терміну колір змінюється незначно. Здатність борошна із зерна тритикале до потемніння в процесі переробки знижується до 30 дня на 16,9 %, а з 30 до 60 дня на 9,1 %. Вивчено також зміни кольору тіста з борошна тритикалевого в процесі приготування [18].

Досліджено проби борошна із зерна тритикале по виходу типу сіяного, обдирного та оббивного, а також суміші борошна пшеничного першого сорту та тритикале типу сіяного у співвідношенні (%) 75:25, 65:35, 50:50,4 , 20:80. Істотне значення характеристики борошна має активність ферментного комплексу. Отримані експериментальні дані свідчать про те, що найбільша амілолітична здатність альфа-амілази була у оббивного борошна із зерна тритикале. Вона перевищила активність обдирного борошна з того ж зерна на 0,0420 і сіяного на 0,0756 од./г [14].

Поряд із традиційними помолами великий інтерес представляє отримання високобілкових фракцій борошна при розмелі зерна тритикале. Можливість виділення високобілкових фракцій борошна шляхом пневмосепарування пшеничного борошна доведено вже давно. Для виявлення, якою мірою борошно тритикале перспективне в цьому відношенні, було проведено ряд досліджень [17, 19].

Зразки тритикале перемелювали на лабораторному млині в односортне борошно з виходом 62 – 65 % та зольністю 0,54 – 0,58 %. Отримане борошно додатково подрібнювали. Потім його спрямовували на класифікатор. Класифікатор дав можливість отримати сім тонких і одну велику фракцій. Середні діаметри частинок тонких фракцій склали відповідно 11, 12, 15, 18, 21, 23 та 25 мкм.

Також проводились дослідження з одержання борошна із зерна тритикале [18]. Розроблені та використовуються на хлібопекарських підприємствах галузі такі сорти борошна: тритикалеве сіяне, обдирне та оббивне. Показники якості цих сортів борошна наведено у табл. 1.4.

Представлені в літературному огляді і у таблиці 4 сорти тритикалевого борошна розроблялися без врахування специфіки виробництва борошняних кондитерських виробів. У зв'язку з цим, виходячи з вимог, що пред'являються до борошна, одним із напрямків вдосконалення властивостей борошна для кондитерських виробів є складання композитних сумішей борошна різного гранулометричного складу з урахуванням цільового використання.

Таблиця 1.4 – Показники якості борошна із зерна тритикале [17]

Показник	Характеристика та норми якості борошна		
	сіяного	обдирного	оббивного
Вологість, % не більше	15,0		
Зольність, % не більше	0,75	1,45	2,0
Крупність помелу:			
- залишок на ситі №27 та №35	2,0		
- прохід через сито №38 та №43	90,0	60,0	30,0
Металомагнітна домішка, мг:			
- розмір часток до 0,3 мм або масою до 0,4 г	3,0		
- розміром і масою часток вище зазначеного	Не допускається		
Зараженість і засміченість шкідниками	Не допускається		

### 1.5 Використання борошна із зерна тритикале у виробництві борошняних кондитерських виробів

Роботи з використання борошна із зерна тритикале під час виробництва борошняних кондитерських виробів ведуться у всьому світі. Однак наявні літературні дані містять в основному рекомендації щодо змішування борошна тритикале з пшеничним борошном при додаванні різних покращувачів [2, 9, 14, 18].

Так, англійські вчені [18] проводили дослідження з використання борошна із тритикале для виробництва крекерів. Тісто для крекерів готували із заміною 25, 40, 55 та 70 % пшеничного борошна на борошно із цільнозмеленого зерна тритикале. Дослідження показника опору руйнації та крихкості не виявили жодних відмінностей для крекерів з різним вмістом борошна тритикале. Група дегустаторів оцінила крекери за крихкістю та смаком як добрі.

Встановлено, що найкращу якість мали крекери, що містили 25,40 % борошна тритикале. Вміст білка у виробах становив від 11,78 до 12,97 % (відповідно при вмісті в

крекерах борошна тритикале від 25 до 70 %). За результатами роботи відзначено можливість використання борошна тритикале як джерело білка для приготування закусочних крекерів.

У США було проведено дослідження з використання тритикале вирощеного у штаті Колорадо для печива. Різні роботи показали, що борошно з тритикале особливо підходить для приготування печива, так як в ньому міститься мало клейковини низької якості, а властивості слабкого тіста близькі до властивостей тіста з борошна м'якої пшениці; із тритикалевого борошна можна приготувати прийнятне цукрове печиво. Однак набухання і зернистість поверхні цих виробів, приготованих з борошна м'якої озимої червоної пшениці, вище, ніж у виробів з тритикалевого борошна. Отже, необхідні хлібопекарські випробування борошна, щоб відібрати найбільш відповідні лінії та сорти для приготування печива з тритикале.

З тритикалевого борошна були також отримані пончики. Однак їх питомий обсяг був меншим, ніж у тих, які випікалися зі стандартного м'якого пшеничного борошна.

Оладки з тритикалевого борошна були пишнішими і ніжнішими, ніж оладки з пшеничного. Млинці ж із тритикале були темніші за пшеничні. І млинці, і оладки оцінили як прийнятні [28].

#### Висновки за розділом

Узагальнення даних науково-технічної літератури дозволило виявити чинники, що впливають на властивості тіста для борошняних кондитерських виробів. Найбільш істотну роль серед перерахованих факторів мають властивості борошна, що використовується, і йогокомпонентів.

Згідно з вимогами до борошна для виробництва борошняних кондитерських виробів встановлено можливість використання борошна із зерна тритикале при їх отриманні.

Дослідження в цьому напрямку не численні і спрямовані на використання тритикалевого борошна в основному в сумішах з борошном пшеничним.

У зв'язку з цим актуальною є розробка технологій та асортименту борошняних

кондитерських виробів із тритикалевого борошна.

Застосування тритикалевого борошна дозволить розширити сировинну базу, асортимент виробів, збагачених життєво важливими речовинами – білком, незамінними амінокислотами, вітамінами, мінеральними речовинами.

Метою дослідження є розробка технологій борошняних кондитерських виробів із тритикалевого сіяного борошна.

Задля реалізації поставленої мети вирішували такі актуальні завдання:

- характеристика властивостей борошна тритикалевого сіяного та його окремих фракцій та формування;
- розробка технології бісквітного, пісочного напівфабрикату;
- дослідження впливу борошна тритикалевого сіяного на показники якості отриманих напівфабрикатів;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва борошняних кондитерських виробів збагачених тритикалієвим борошном сіяним.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників готових кондитерських напівфабрикатів від кількості введеного борошна зерна тритикале.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Сировина та матеріали, що застосовуються під час проведення досліджень

Дослідження присвячено розробці технологій борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого сіяного. Для реалізації поставленої мети вирішувалися наступні актуальні завдання:

- характеристика властивостей борошна тритикалевого сіяного та його окремих фракцій та формування;
- розробка технології бісквітного, пісочного напівфабрикату;
- дослідження впливу борошна тритикалевого сіяного на показники якості отриманих напівфабрикатів;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Схема проведення експериментальних досліджень приведена на рисунку 2.1.

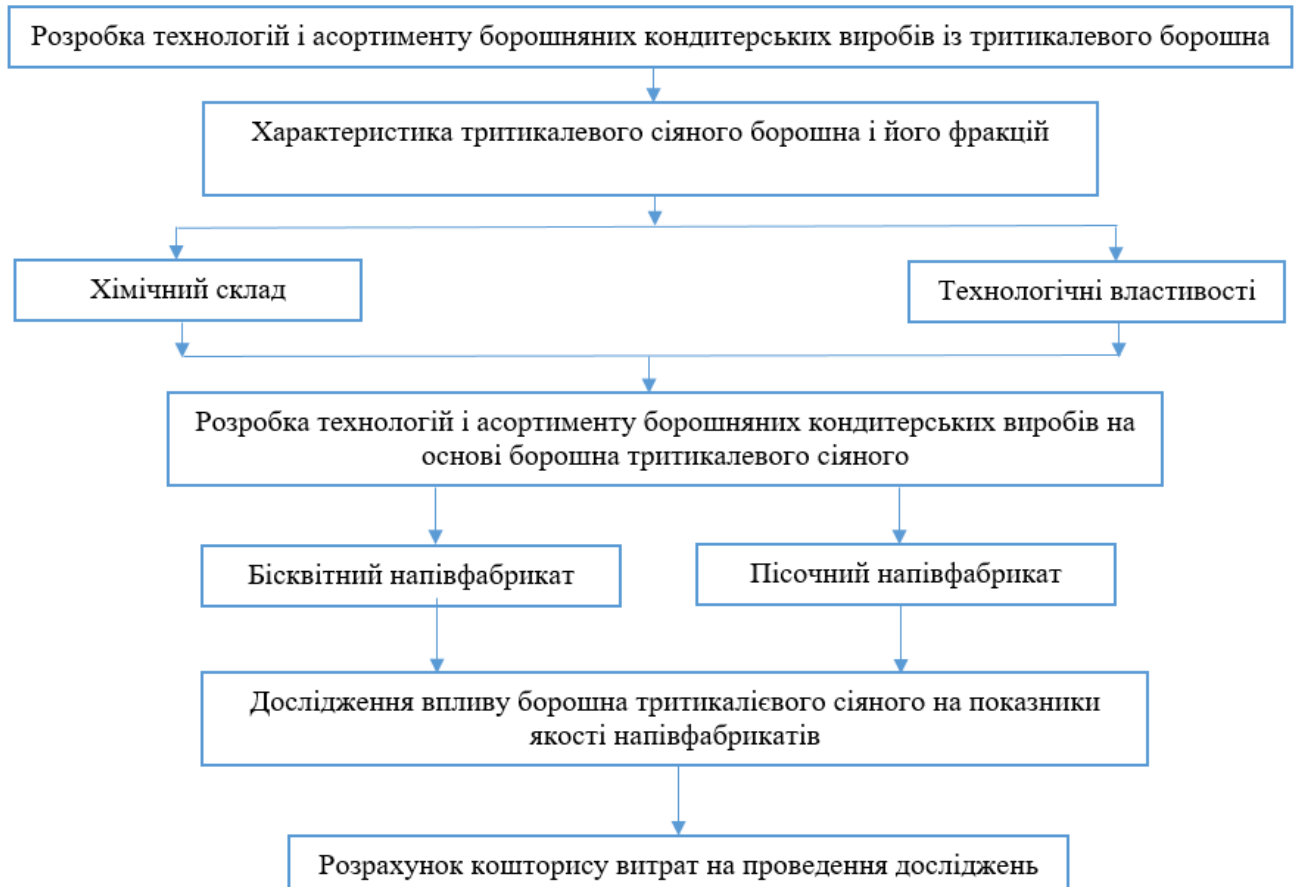


Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення досліджень

При проведенні досліджень використовували 3 проби борошна тритикалевого сіяного, пшеничне вищого та першого сорту.

Цукор-пісок, масло вершкове, маргарин молочний, молоко сухе незбиране, яйце куряче; патоку крохмальну; молоко незбиране згущене; крохмаль картопляний.

Використовували також іншу сировину – сіль кухонну харчову, ароматизатори, есенція), хімічні розпушувачі.

## 2.2 Методи досліджень властивостей сировини

Борошно. Тритикалієве сіяне борошно та його фракції аналізували за наступними показниками: вологість, крупність, питома поверхня, зольність, білизна, кислотність, автолітична активність, число падіння, показник седиментації, вміст та властивості клейковини та її гідратаційна здатність. Визначали структурно-механічні властивості тіста. Тритикалеве сіяне борошно і його фракції аналізували за вмістом білка, крохмалю, цукрів, клітковини, мінеральних речовин, вітамінів. Характеристика проб фракцій тритикалевого борошна приведена в таблиці 2.1.

## 2.3 Методи виготовлення тіста і борошняних виробів

У лабораторних умовах проводили випічки борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого сіяного.

Рецептура приготування бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного наведена в табл. 2.2.

Яйце куряче з цукром-піском збивали міксером, спочатку при малій, потім при великій кількості обертів протягом 25 – 30 хв до збільшення обсягу в 2,5 – 3 рази. Перед закінченням збивання додавали борошно тритикалеве та/або пшеничне вищого ґатунку і перемішували протягом не більше 15 с. Борошно вводили у 2 – 3 прийоми.

Бісквітне тісто негайно розливали у форми, які заздалегідь застиляли пергаментним папером.

Таблиця 2.1 – Характеристика проб фракцій тритикалевого сіяного борошна

№ проб фракцій борошна	Розмір частинок борошна, мкм	Показники якості борошна							Число падіння, с
		Вологість, %	Кислотність, град	Зольність, %	Білизна, од. приладу	Вміст сирії клейковини, %	Властивості сирії клейковини		
							Н ДК, од. приладу	Розтяжність, см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	>264	11,1	3,3	1,36	-	-	-	-	-
2	<264 – 195	11,3	3,8	0,85	34	12,3	115	10	134
3	<195 – 165	11,6	3,9	0,83	49	15,7	117	14	142
4	<165 – 122	11,5	3,3	0,76	56	17,6	107	15	150
5	<122 – 100	11,5	3,4	0,77	60	17,8	95	11	160
6	<100 – 90	11,9	2,8	0,69	62	12,4	97	13	154
7	<90 – 63	11,8	3,5	0,67	64	11,8	102	14	166
8	<63 – 56	11,9	3,2	0,62	65	10,8	100	12	172
9	<56 – 40	10,9	3,0	0,54	68	8,4	100	16	180



Випікали бісквітний напівфабрикат при температурі 200 – 220 °С протягом 50 – 60 хв. Випечений бісквіт охолоджували протягом 60 – 90 хв, виймали з форм і вистоювали 8 – 10 годин при температурі 15 – 20 °С.

Таблиця 2.2 – Рецептатура приготування бісквітного напівфабрикату

Найменування сировини	Вміст сухих речовин, %	Витрата сировини			
		на 1т готового виробу, кг		на 500г готового виробу, г	
		в натурі	у СР	в натурі	у СР
Борошно тритикалеве сіяне	85,50	281,20	240,43	140,60	120,22
Крохмаль картопляний	80,00	69,40	55,52	34,70	27,76
Меланж	27,00	578,50	346,58	289,25	173,29
Цукор-пісок	99,85	347,10	156,20	173,55	78,10
Есенція	0,00	3,47	0,00	1,74	0,00
Разом:	-	1279,67	798,73	639,84	399,37
Вихід:	75,00	1000,00	750,00	500,00	375,00

#### 2.4 Методи досліджень властивостей тіста

Дослідження впливу різних видів рецептурних компонентів на властивості тіста здійснювали за методиками, наведеними у посібниках [14].

Вологість тіста визначали за методикою, наведеною у посібнику [18].

Реологічні властивості тіста визначали на валориграфі, відповідно до інструкції до приладу.

Структурно-механічні характеристики тіста визначали на приладі ІДК-1 [19].

Об'єм збитої маси для бісквітного напівфабрикату визначали за методикою, наведеною в посібнику [16]. Якість тіста для борошняних виробів із борошна тритикалевого сіяного оцінювали за органолептичними показниками: колір, стан тіста, згідно з методикою, викладеною в посібнику [14, 16].

## 2.5 Методи оцінки якості готових виробів

Проби борошняних кондитерських виробів, випечені в лабораторних та виробничих умовах, аналізували через 10 – 16 годин після випікання за такими показниками: вологість, лужність, щільність, намокання, для оцінки свіжості виробів визначали здатність м'якуша поглинати воду в процесі зберігання.

Органолептичні показники якості готових виробів визначали за ДСТУ 4460:2018.

Вологість визначали – за ДСТУ 4460:2018.

Лужність виробу – за ДСТУ 5024:2008.

Щільність виробу – за ДСТУ 5024:2008.

Намокання виробу – за ДСТУ 5023:2008.

Ступінь черствіння м'якуша кексу – за методикою, викладеною в [34].

## 2.6 Фракціонування борошна тритикалевого сіяного

Фракціонування борошна тритикалевого сіяного проводили на лабораторному приладі марки РЛ-3М з використанням стандартних капронових і металотканних сит з розміром чарунок (мкм): 264, 195, 164, 122, 100, 90, 63, 56, 40. Обсяг частинок сходу з певного сита відповідав розмір його чарунок.

Отримані фракції борошна досліджували за фізико-хімічними та технологічними властивостями.

## 2.7 Характеристика сировини та матеріалів, що застосовуються у роботі

У роботі використовували тритикалеве сіяне борошно виробничого помелу. Проби борошна тритикалевого сіяного отримані шляхом розмелювання зерна за технологічною схемою.

Аналіз результатів досліджень проб борошна тритикалевого сіяного показав, що в роботі застосовувалися проби борошна із вмістом клейковини від 12,6 до 18,4 %, що характеризується за розтяжністю як середня, газоутворюючою здатністю, з показником

числа падіння в межах 150 – 260 с. та кислотністю 2,6 – 4,8 град.

Аналіз результатів досліджень проб фракцій борошна показав, що в роботі використовувалися проби фракцій з розміром частинок борошна від 264 мкм до 40 мкм. Проби борошна характеризувалися зі зменшенням розміру частинок борошна зниженням кислотності від 4,2 – 3,3 до 2,8 – 2,6 град, зольності від 1,36 – 0,94 % до 0,57 – 0,48 %. Вміст клейковини залежно від дисперсності борошна коливалося не більше 7.0 – 19,1 %.

Сіль кухонна харчова, цукор-пісок, патока крохмальна, молоко сухе незбиране, молоко незбиране згущене, яйце куряче, меланж за органолептичними показниками відповідали вимогам нормативних документів.

Масло вершкове, маргарин молочний відповідали вимогам нормативних документів.

Хімічні розпушувачі такі як натрій двовуглекислий, сіль, есенція відповідали вимогам нормативних документів.

#### Висновки за розділом

Приведено коротку характеристику сировини та матеріалів, що застосовуються під час проведення досліджень, визначено послідовність проведення досліджень та побудовано структурну схему, а також розглянуто та охарактеризовано методи проведення досліджень та визначення показників якості сировини і напівфабрикатів.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вивчення хімічного складу, мікроструктури, фізико-хімічних, біохімічних та технологічних властивостей фракцій тритикалевого сіяного борошна

Розміри частинок борошна мають велике значення у виробництві борошняних виробів, впливаючи значною мірою на властивості тіста та якість готових виробів. У дослідженнях впливу крупності частинок борошна на його біохімічні та технологічні властивості використовують метод фракціонування борошна, заснований на просіюванні борошна на ситах з чарунками різних розмірів. Отримані фракції борошна були об'єктом порівняльного дослідження. Окремі потоки борошна різко різняться за хімічним складом, якістю, що впливає з особливостей диференційованого подрібнення зерна при сортовому помелі, що призводить до того, що утворення борошна відбувається послідовно з певних ділянок ендосперму.

На підставі вищевикладеного проводили комплексні випробування з вивчення хімічного складу, мікроструктури, фізико-хімічних, біохімічних та технологічних властивостей фракцій тритикалевого сіяного борошна.

Як об'єкт дослідження використовували фракції борошна тритикалевого сіяного, показники якості яких наведені в табл. 3.1.

Дослідження хімічного складу, біохімічних, технологічних властивостей та мікроструктури борошна фракцій борошна тритикалевого сіяного проводили відповідно до методики, викладеної вище.

Аналіз фізично-хімічних властивостей фракцій борошна показав, що борошно тритикалеве сіяне характеризується розміром частинок від менше 40 до 270 мкм. Найбільший вихід (23 – 24 %) мали фракції з розміром частинок від 63 до 90 мкм (рисунок 3.1). Дрібні фракції борошна характеризувалися підвищеною питомою поверхнею. Важливий показник якості сортового борошна – зольність, за якою судять про вміст у борошні периферійних частин зерна, багатих на незасвоєвані людським організмом речовини. Дослідженнями встановлено тенденцію зниження вмісту клітковини та зольності (рисунок 3.2) зі зменшенням розмірів частинок борошна, що у

свою чергу зумовило підвищення показника білизни борошна.

Хімічний склад фракцій борошна тритикалевого сіяного характеризувався зниженим вмістом білка, ліпідів і підвищеним вмістом крохмалю для фракцій з розміром частинок від 40 до 90 мкм порівняно з великими (100 – 165 мкм) фракціями. Встановлено, що розподіл власних цукрів за фракціями борошна здійснюється нерівномірно. Вміст цукрів у дрібних фракціях борошна нижче, ніж у великих, що обумовлено наявністю в цих фракціях більшої кількості оболонки і алейронового шару, що підтверджується літературними даними [7]. Кислотність борошна в основному обумовлена білками, які містять карбоксильні групи та фосфати. У зв'язку з цим встановлено закономірність зменшення кислотності із зменшенням розміру частинок борошна (таблиця 3.1).

Значення клейковини полягає в тому, що вона формує тісто, утворює при набуханні суцільну пружну сітку, яка з'єднує в компактну пружну масу всі речовини борошна. У ендоспермі зерна клейковина розподілена нерівномірно. Найбільше її у зовнішньому шарі ендосперму і менше у внутрішніх шарах. Таким чином борошно, отримане із зовнішніх шарів, буде багате на клейковину, ніж борошно з внутрішніх шарів ендосперму. Дослідження технологічних властивостей різних фракцій борошна (таблиця 9) дозволили встановити, що зі зменшенням розміру частинок борошна (40 – 90 мкм) зменшується вміст сирої, а отже і сухої клейковини, що відповідає даним вмістом білка для цих фракцій. Відзначено також, що за якістю клейковина всіх фракцій борошна тритикалевого сіяного характеризувалась як задовільна слабка II групи. У науково-технічній літературі вказується на певну залежність між вологоємністю клейковини та її структурно-механічними властивостями. Чим більша вологоємність клейковини, тим «слабша» вона за реологічними властивостями [8].

Отримані дані (таблиця 3.1) показують, що гідратаційна здатність клейковини знаходиться на рівні 160 – 185 %.



Рисунок 3.1 – Залежність виходу фракцій борошна тритикалевого сіяного від розміру частин

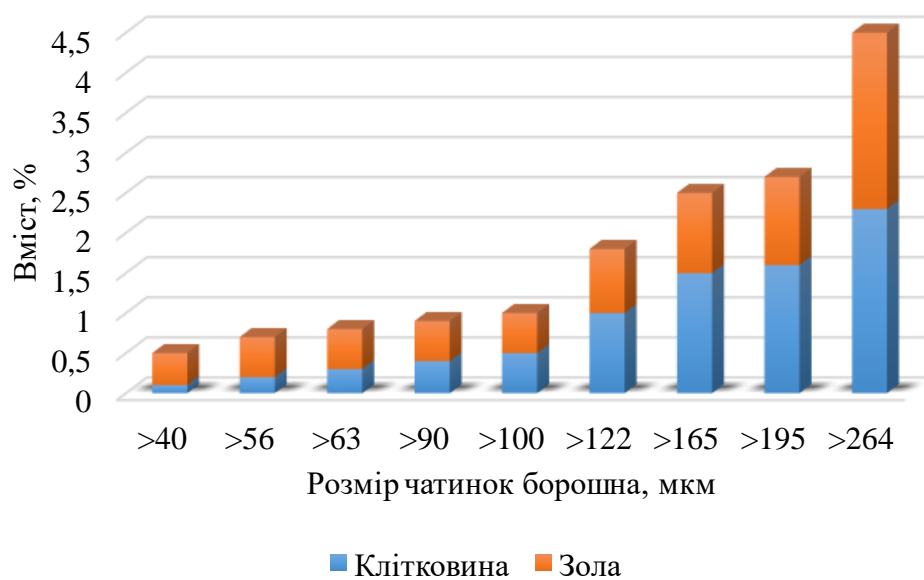


Рисунок 3.2 – Вміст золи і клейковини в різних фракціях борошна тритикалевого сіяного

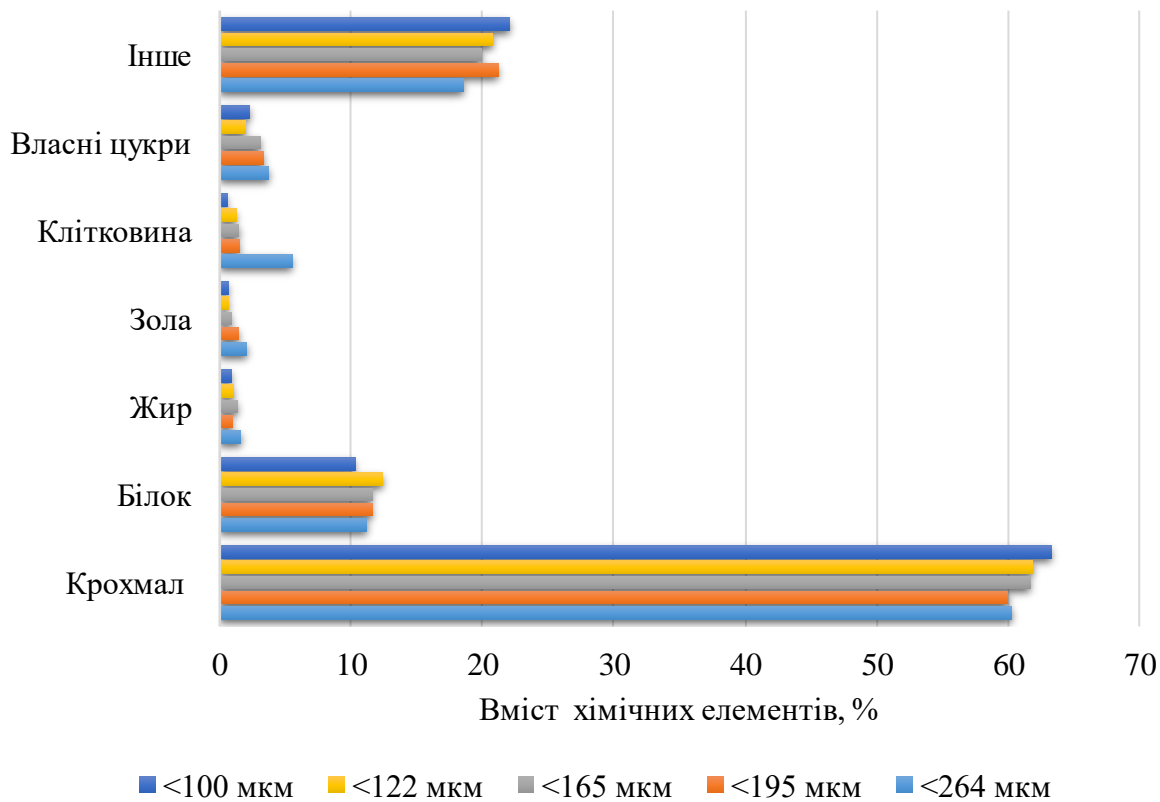


Рисунок 3.3 – Хімічний склад фракції борошна тритикалевого сіяного в залежності від розміру частин

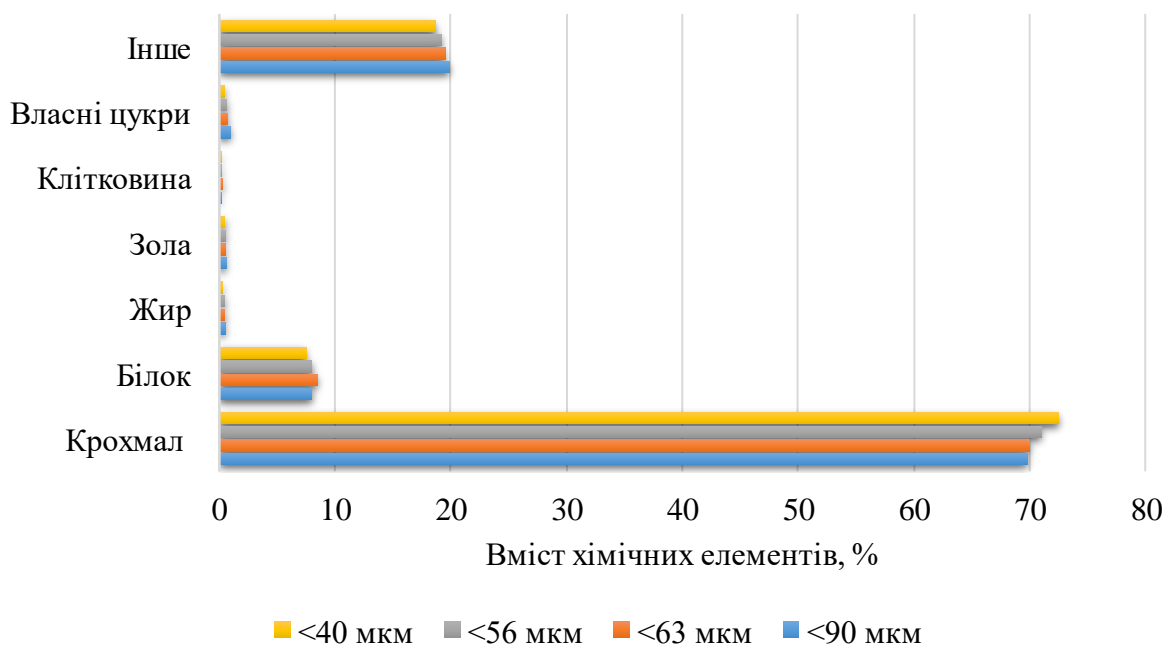


Рисунок 3.4 – Хімічний склад фракції борошна тритикалевого сіяного в залежності від розміру частин

Таблиця 3.1 – Характеристика технологічних властивостей фракції тритикалевого сіяного борошна

Фракція борошна	Розмір частинки, мкм	Кількість клейковини, %		Показники якості клейковини			
		сирої	сухої	Н ІДК, од. приладу	Розтяжність, см	Гідратаційна здатність %	Показник седиментації, мл
1	>264	-	-	-	-	-	-
2	<264 – 195	16,2	5,2	97	18	160	16
3	<195 – 165	19,1	6,1	97	20	175	19
4	<165 – 122	16,3	5,4	100	21	180	20
5	<122 – 100	17,0	5,8	95	20	185	20
6	<100 – 90	15,4	4,8	95	22	160	18
7	<90 – 63	11,3	3,8	95	18	170	16
8	<63 – 56	9,8	3,6	100	20	180	14
9	<56 – 40	9,2	3,2	97	22	175	16



## Висновки за розділом

Встановлено, що гранулометричний склад борошна тритикалевого сіяного характеризувався розміром частинок від менше 40 до 270 мкм, основну масу яких склали частинки з розміром 40 – 90 мкм.

Аналіз хімічного складу фракцій борошна тритикалевого сіяного дозволив виділити фракції, найбільш багаті крохмалем (понад 40, 56, 63, 90 мкм) і відповідно низько білкові. Поряд з цим були виділені фракції найбільш багаті на білок і отже мають найбільший вміст клейковини (більше її 100 і більше 122 мкм).

На основі комплексного дослідження властивостей фракцій борошна тритикалевого сіяного та їх мікроструктури було отримано фракції, придатні для виробництва окремих видів борошняних кондитерських виробів. Для виробництва цукрового та здобного печива виділили фракції дисперсністю до 100 мкм, які були сформовані на борошно кондитерське.

Проведені дослідження стали обґрунтуванням розробки технологій для даних борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого кондитерського.

## 4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ З БОРОШНА ТРИТИКАЛЕВОГО СІЯНОГО

Реалізація завдання розширення сировинної бази для вироблення борошняних виробів та підвищення їх біологічної цінності зумовлює пошук та застосування нових сировинних ресурсів – борошна із зерна тритикале.

Особливість хімічного складу борошна тритикале визначається такими аспектами:

- низький вміст білкових речовин (від 9,54 % до 11,4 %) порівняно з вмістом білка в борошні пшеничному;
- значний вміст незамінних амінокислот – лізину (2,8г/100г білка), триптофану (7,05г/100г білка) та треоніну (3,05г/100г білка);
- низький вміст клейковини (від 12,4 % до 18,4 %) слабкої якості;
- вітамінна та мінеральна цінність.

Відомості вітчизняної та зарубіжної науково-технічної літератури про хімічний склад, біохімічні та технологічні властивості тритикалевого борошна створюють передумови для розробки технологій виробництва борошняних кондитерських виробів.

### 4.1 Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість бісквітного напівфабрикату

Застосування борошна тритикалевого сіяного для приготування бісквітного напівфабрикату визначається його хімічним складом, біохімічними та технологічними властивостями, а також характером мікроструктури. Розробка технології застосування борошна тритикалевого сіяного ґрунтується на вивченні закономірностей зміни якості бісквітного напівфабрикату залежно від рецептури виробу та технологічних параметрів приготування.

Досліджували вплив борошна тритикалевого сіяного на якість бісквітного тіста та готового напівфабрикату.

Для цього проводили пробні лабораторні випічки бісквітного напівфабрикату із заміною пшеничного борошна вищого ґатунку на борошно тритикалеве сіяне. Контролем служили проби, виготовлені з пшеничного борошна вищого ґатунку.

Аналіз якості тіста проводили після замісу за методиками, наведеними вище. Аналіз якості готових виробів проводили через 10 годин після випікання за методиками, наведеними вище.

Отримані результати досліджень якості бісквітного тіста наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість бісквітного тіста

№ проб	Види борошна та їх дозування у тісті	Показники якості			
		Органолептичні		Фізико-хімічні	
		Колір тіста	Стан тіста	Вологість, %	Об'єм збитої маси, см <sup>3</sup>
1	Пшеничне вищий ґатунок 100% (контроль)	світло-жовтий	пишна, добре розпушена маса	36,2	890
2	*Т.С.:*ПШ.В.Г. (20%/80%)	світло-жовтий	пишна, добре розпушена маса	36,4	890
3	Т.С.:ПШ.В.Г. (40%/60%)	світло-жовтий	пишна, добре розпушена маса	36,6	890
4	Т.С.:ПШ.В.Г. (60%/40%)	світло-жовтий	пишна, добре розпушена маса	36,4	890
5	Т.С.:ПШ.В.Г. (80%/20%)	з сіруватим відтінком	теж	36,7	885
6	Тритикалеве сіяне 100%	з сіруватим відтінком	теж	36,9	885

\*Т.С. – тритикалеве сіяне борошно

\*\*ПШ.В.Г. – борошно пшеничне вищого ґатунку

Як впливає з даних представлених у таблиці 4.1, заміна пшеничного борошна на борошно тритикалеве сіяне в бісквітному тісті не впливало на вологість напівфабрикату. Обсяг збитої маси для проби 5 і 6 знаходився на рівні даного показника для проби 1.

За органолептичною характеристикою проби тіста з внесенням борошна тритикалевого сіяного більше 80 % характеризувалися появою сірого відтінку, властивого борошну.

Таблиця 4.2 – Вплив борошна тритикалевого на якість бісквітного напівфабрикату

№ проб	Види борошна та їх дозування у бісквіті	Показники якості			
		Органолептичні		Фізико-хімічні	
		Колір м'якуша	Стан м'якуша	Вологість, %	Висота бісквіту, см
1	Пшеничне вищий гатунок 100% (контроль)	Світло-жовтий	пишний, пори рівномірні, стінки тонкі	25,2	2,60
2	*Т.С.:*ПШ.В.Г. (20%/80%)	Світло-жовтий	пишний, пори рівномірні, стінки тонкі	25,7	2,65
3	Т.С.: ПШ.В.Г. (40%/60%)	Світло-жовтий	пишний, пори рівномірні, стінки тонкі	25,6	2,60
4	Т.С.:ПШ.В.Г. (60%/40%)	Світло-жовтий	пишний, пори рівномірні, стінки тонкі	25,8	2,65
5	Т.С.: ПШ.В.Г. (80%/20%)	з сіруватим відтінком	Дрібнопористий, пори рівномірні, стінки пір тонкі	26,0	2,55
6	Тритикалеве сіяне – 100 %	з сіруватим відтінком	Дрібнопористий, пори рівномірні, стінки пір тонкі	26,2	2,60

\*Т.С. – тритикалеве сіяне борошно

\*\*ПШ.В.Г. – борошно пшеничне вищого гатунку

Аналіз отриманих результатів показав, що заміна борошна пшеничного вищого ґатунку на борошно тритикалеве сіяне не вплинула на якість бісквітного напівфабрикату.

По органолептичній оцінці якості готовий напівфабрикат (проба б) характеризувався пишним дрібнопористим м'якушем. Дані фізико-хімічного аналізу свідчать про незначне коливання вологості і висоти бісквіту в залежності від вмісту в готовому виробі борошна тритикалевого сіяного.

Аналіз пористості бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного та борошна пшеничного вищого ґатунку через мікроскоп, показав, що внесення тритикалевого борошна впливало на його мікроструктуру.

М'якуш контрольної проби бісквіту мав великі нерівномірні повітряні включення з шаруватою структурою. Структура м'якушу бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного характеризувалася гладкою хвилястою поверхнею з рівномірними дрібними повітряними порами.

#### 4.2 Вплив рецептурних компонентів на якість бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного

Показники якості бісквітного напівфабрикату, приготовленого за оптимізованою рецептурою, наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Показники якості бісквітного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного

Найменування показників якості	Показники якості	
	Контроль	Дослід
Вологість, %	26,2	26,3
Висота бісквіту, см	2,6	2,65
Колір м'якуша	світло-жовтий із сіруватим відтінком	світло-жовтий із сіруватим відтінком
Стан м'якуша	дрібнопористий, пори рівномірні, стінки пір тонкі	пишний, дрібнопористий, пори рівномірні, стінки пір тонкі

З отриманих даних випливає, що рецептура впливає на якість готового виробу. Заміна крохмалю в рецептурі бісквітного напівфабрикату на борошно тритикалеве сіяне дозволило покращити фізико-хімічні та органолептичні показники якості готового виробу. У дослідних пробах висота бісквіту збільшилася на 2 %. За органолептичною оцінкою дослідні проби характеризувалися поліпшеною структурою пористості.

Таким чином встановлено, що внесення борошна тритикалевого сіяного не впливало на якість бісквітного тіста і напівфабрикату. Застосування борошна тритикалевого сіяного замість борошна пшеничного вищого ґатунку і крохмалю дозволило отримати готовий виріб доброї якості.

#### 4.3 Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість пісочного напівфабрикату

Пісочний напівфабрикат характеризується гарною розсипчастістю, що досягається внесенням у рецептуру великих кількостей цукру-піску, масла вершкового та меланжу. Така рецептура та нетривалий заміс сприяють отриманню пластичного тіста. Борошно, яке використовується в процесі замісу тіста, повинно мати невеликий вміст клейковини слабкої якості. Рецептура та умови замісу не дозволяють тісту розвинути пружні якості.

Застосування борошна тритикалевого сіяного для приготування пісочного напівфабрикату визначається його хімічним складом, біохімічними та технологічними властивостями, а також характером мікроструктури. Розробка технології застосування борошна тритикалевого сіяного ґрунтується на вивченні закономірностей зміни якості пісочного напівфабрикату в залежності від рецептури виробу та технологічних параметрів приготування.

Досліджували вплив внесення борошна тритикалевого сіяного (проба 4) на якість пісочного тіста та готового напівфабрикату.

Для цього проводили пробні лабораторні випічки пісочного напівфабрикату при заміні пшеничного борошна на борошно тритикалеве сіяне до 100 %.

Контролем служили проби пісочного напівфабрикату, виготовленого з пшеничного борошна вищого гатунку.

Отримані результати досліджень якості пісочного тіста наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4– Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість пісочного тіста

№ проби	Види борошна та їх дозування у тісті	Показники якості			
		Органолептичні		Фізико-хімічні	
		Колір тіста	Стан тіста	Вологість, %	НДК од. приладу
1	Пшеничне вищий гатунок 100 % (контроль)	Світло-жовтий	пластичне, пухке, не липке	18,6	85
2	Т.С.: ПШ.В.Г. (20 %/80 %)	Світло-жовтий	пластичне, пухке, однорідніше, не липке	18,7	85
3	Т.С.: ПШ.В.Г. (40 %/60 %)	Світло-жовтий	пластичне, пухке, однорідніше, не липке	18,9	87
4	Т.С.: ПШ.В.Г. (60 %/40 %)	Світло-жовтий	пластичне, пухке, однорідніше, не липке	18,7	90
5	Т.С.: ПШ.В.Г. (80 %/20 %)	жовтий з сіруватим відтінком	пластичне, пухке, однорідніше, не липке	18,9	90
6	Тритикалеве сіяне 100 %	жовтий з сіруватим відтінком	пластичне, пухке, однорідніше, не липке	19,3	93

Внесення в тісто борошна тритикалевого сіяного чинило позитивний вплив

на його органолептичні властивості, зокрема на стан тіста. Встановлено, що при заміні пшеничного борошна на борошно тритикалеве сіяне від 20 до 100 % посилюються пластичні властивості тіста, що характеризувалися показником Н ІДК. Приріст цього показника для проби 6 до проби 1 склав 8,7 %. Відмічено незначне збільшення вологості для проби тіста з борошна тритикалевого сіяного.

Результати досліджень якості пісочного напівфабрикату наведено у таблиці 4.5.

Встановлено, що внесення тритикалевого борошна істотно впливало на органолептичні та фізико-хімічні показники якості готового виробу.

У міру збільшення кількості тритикалевого борошна, що вноситься, структура виробу ставала більш розвинена, смак більш вираженим. Поліпшувалися фізико-хімічні показники якості пісочного напівфабрикату. При заміні пшеничного борошна тритикалевого сіяного від 20 до 100 % щільність виробу зменшувалася на 4,9 – 11,5% і як наслідок намокання виробу збільшувалася на 2,9 – 8,6 %. Відмічено також незначне зменшення лужності готового виробу (на 8,3 – 10,3 %).

Аналіз на мікроскопі м'якуша пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного та борошна пшеничного вищого гатунку, показав, що внесення тритикалевого борошна впливало на його мікроструктуру.

М'якуш контрольної проби пісочного напівфабрикату має сильно згладжену ледь хвилясту поверхню без видимих клейстеризованих зерен крохмалю.

Структура проби пісочного напівфабрикату із внесенням борошна тритикалевого сіяного яскраво виражена. Поверхня стінок м'якуша має хвилясту структуру.



Таблиця 4.5 – Вплив борошна тритикалевого сіяного на якість пісочного напівфабрикату

№ проб	Види борошна та його дозування в пісочному напівфабрикаті	Показники якості				
		Органолептичні		Фізико-хімічні		
		Колір м'якуша	Вид в розломі	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Намокання, %	Лужність, град
1	Пшеничне вищий гатунок 100 % (контроль)	Світло-жовтий	пористість розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,61	175	1,2
2	Т.С.: ПШ.В.Г. (20 %/80 %)	Світло-жовтий	пористість розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,61	175	1,1
3	Т.С..ПШ.В.Г. (40 %/60 %)	Світло-жовтий	пористість розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,59	180	1,0
4	Т.С./ПШ.В.Г. (60 %/40 %)	Світло-жовтий	пористість розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,57	180	0,9
5	Т.С.: ПШ.В.Г. (80 %/20 %)	кремовий з сірим відтінком	пористість досить розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,56	185	0,9
6	Тритикалеве сіяне 100 %	кремовий з сірим відтінком	пористість досить розвинена, рівномірна, без порожнечі	0,54	190	0,9

#### 4.4 Оптимізація рецептури приготування пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного

При розробці рецептури пісочного напівфабрикату досліджували вплив рецептурних компонентів на якість готового виробу з борошна тритикалевого

сіяного.

Вивчення комплексного впливу рецептурних компонентів на якість пісочного напівфабрикату і з борошна тритикалевого сіяного показало, що для досягнення найбільш високих показників якості готових виробів слід вносити в тісто 40 % цукру-піску, 60 % масла вершкового.

Показники якості пісочного напівфабрикату, приготовленого за оптимізованою рецептурою, наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Показники якості пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного

Найменування показників якості	Показники якості	
	Контроль	Дослід
Вологість, %	5,3	5,5
Щільність, г/см	0,54	0,53
Намокання, %	190	195
Лужність, град.	0,9	0,8
Колір м'якуша	світло-жовтий з сіруватим відтінком	світло-жовтий із сіруватим відтінком
Вид у зламі	пористість досить точно розвинена, рівномірною, без порожнеч	пористість розвинена, рівномірною, без порожнеч

З отриманих даних випливає, що рецептура впливає на якість готового виробу. Додавання 40 % цукру та 60 % жиру покращували фізико-хімічні та органолептичні показники якості пісочного напівфабрикату. У дослідних зразках щільність зменшилася на 1,9 %, намокання збільшилася на 2,6 %. За органолептичною оцінкою дослідні проби характеризувалися поліпшеною структурою пористості.

Проведені дослідження показали можливість використання борошна тритикалевого сіяного при приготуванні пісочного напівфабрикату замість пшеничного борошна вищого гатунку.

## Висновки за розділом

Основою встановлення можливості та доцільності використання борошна тритикалевого сіяного у виробництві борошняних кондитерських виробів є оцінка складу та властивостей борошна та ролі його у процесі замісу тіста та формування якості готового виробу, що визначило необхідність отримання властивостей тіста та оптимізації складу та кількості рецептурних компонентів та параметрів технологічного процесу.

Лабораторні випічки борошняних кондитерських виробів (бісквітний, пісочний напівфабрикат) з борошна тритикалевого сіяного показали, що внесення цього борошна істотно впливає на якість кондитерських виробів.

Використання борошна тритикалевого сіяного замість борошна пшеничного вищого сорту забезпечує отримання борошняних кондитерських виробів гарної якості.

Показано вплив рецептури та технологічних параметрів приготування тіста на властивості тіста та якість готових виробів.

Встановлено, що застосування борошна тритикалевого сіяного при виробництві бісквітного напівфабрикату дозволяє виключити крохмаль картопляний з рецептури. При цьому виріб характеризувався покращеною структурою пористості та фізико-хімічними показниками якості на рівні контролю.

Встановлено, що приготування пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного позитивно впливає на якість готового напівфабриката. При внесенні до рецептури оптимальної кількості цукру-піску (60 %) та масла вершкового (40 %) щільність виробу зменшилася на 10,5 – 11,5 %, а намокання збільшилася на 8 – 8,6 %.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів

Карта безпеки праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів допомагає мінімізувати ризики для працівників та забезпечити безпечні умови праці. Вона містить основні вимоги, які слід дотримуватися під час виконання робіт. Ось її структура та основні пункти:

#### 1. Загальні вимоги безпеки:

- забезпечити ознайомлення працівників з інструкціями з охорони праці, пожежної безпеки та санітарних норм;
- використовувати тільки справне обладнання та інструменти;
- заборонено працювати без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), якщо це передбачено інструкцією (рукавички, маски, спеціальний одяг);
- періодично проходити медичні огляди для запобігання інфекційним захворюванням.

#### 2. Вимоги до робочого місця:

- вентиляція – робочі місця мають бути обладнані ефективною системою вентиляції для зменшення пилу та парів;
- освітлення – достатнє природне або штучне освітлення;
- чистота – регулярне прибирання робочих зон, видалення залишків борошна, олії та інших продуктів, які можуть стати причиною ковзання;
- організація простору – інструменти й обладнання повинні бути розташовані у зручному доступі.

#### 3. Обладнання та техніка безпеки:

##### 3.1 Робота з тістомісильними машинами:

- перед початком роботи перевірити справність обладнання;
- не торкатися рухомих частин під час роботи машини;
- використовувати захисні екрани та блокування.

### 3.2 Робота з печами:

- захищати руки від опіків за допомогою термостійких рукавичок;
- регулярно перевіряти стан дверцят та ущільнювачів печей;
- не відкривати дверцята печі раптово, щоб уникнути викиду гарячого повітря;

### 3.3 Нарізка та формування виробів:

- використовувати тільки справні ножі та інструменти;
- заборонено торкатися гострих частин руками без захисту.

### 4. Електробезпека:

- використовувати тільки справні електроприлади із заземленням;
- заборонено доторкатися до електрообладнання мокрими руками;
- у разі несправності негайно повідомити відповідального за технічне обслуговування.

### 5. Пожежна безпека:

- заборонено використовувати відкритий вогонь поблизу легкозаймистих матеріалів (борошно, масла);
- мати на робочому місці первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники, пожежні покривала);
- регулярно перевіряти електропроводку, особливо в печах.

### 6. Санітарні вимоги:

- мити руки перед початком роботи, після відвідування санвузла та контакту з сирими продуктами;
- використовувати санітарний одяг (халати, фартухи, шапочки);
- проводити регулярну дезінфекцію обладнання та робочих зон.

### 7. Дії в разі аварійної ситуації:

- травми або опіки – негайно зупинити роботу, обробити місце травми та звернутися за медичною допомогою;
- пожежа – евакуюватися відповідно до плану евакуації, повідомити пожежну службу та використовувати засоби пожежогасіння;
- обладнання вийшло з ладу – зупинити роботу, повідомити технічний

персонал.

#### 8. Контроль та навчання персоналу:

- регулярно проводити інструктажі з техніки безпеки;
- організовувати тренування з евакуації та дій у разі пожежі або інших надзвичайних ситуацій;
- забезпечити працівників актуальними інформаційними матеріалами щодо безпеки праці.

Ця карта допоможе запобігти травмам, аваріям і забезпечити комфортні та безпечні умови праці під час виробництва борошняних кондитерських виробів.

### 5.2 Шляхи утилізації відходів виробництва борошняних кондитерських виробів

Утилізація відходів виробництва борошняних кондитерських виробів є важливим завданням для зниження впливу на довкілля та підвищення економічної ефективності виробництва. Основні шляхи утилізації включають:

#### 1. Використання у тваринництві:

- корм для худоби – харчові відходи, які не містять шкідливих домішок, можна використовувати як корм для сільськогосподарських тварин;
- переробка залишків на кормові добавки – крихти, обрізки тіста та інші залишки можуть бути висушені й використані як кормова основа.

#### 2. Компостування:

- органічні відходи – залишки борошна, тіста та органічних складових (фруктові наповнювачі, ягоди) підходять для компостування, створюючи органічні добрива для сільського господарства;
- відновлення ґрунтів – компост із таких відходів може застосовуватися для підвищення родючості ґрунтів.

#### 3. Переробка на вторинну сировину:

- отримання кормового борошна – із залишків борошна або тіста виготовляють кормове борошно для тварин;

- екстракція цінних компонентів – наприклад, із залишків борошна можна отримати білкові добавки або пектини.

#### 4. Виробництво енергії:

- біогазова установка – органічні відходи підходять для анаеробного бродіння, у результаті чого утворюється біогаз (метан), який можна використовувати як джерело енергії;

- спалювання для отримання тепла – сухі відходи (наприклад, упаковка) можуть використовуватися як паливо для отримання енергії.

#### 5. Сортування та переробка пакувальних матеріалів:

- рециклінг – упаковка з паперу, картону, поліетилену та інших матеріалів повинна сортуватися і спрямовуватися на переробку;

- біорозкладна упаковка – розробка і використання упаковки, що легко розкладається, знижує екологічне навантаження.

#### 6. Інноваційні методи:

- виробництво біополімерів – залишки крохмалю або борошна можна переробляти для створення біопластиків;

- ферментація – переробка органічних залишків на біологічно активні речовини, такі як ензими чи кислоти (наприклад, молочна кислота).

#### 7. Промислова утилізація:

- сушіння і гранулювання – залишки харчових компонентів перетворюються на гранули для подальшого використання в інших галузях;

- захоронення залишків (крайній варіант) – використовується лише для відходів, які неможливо утилізувати іншими способами.

#### 8. Контроль і оптимізація відходів:

- зменшення обсягів відходів на етапі виробництва – модернізація технологій, точне дозування сировини;

- повторне використання залишків у виробництві – залишки тіста або виробів можуть бути використані для виготовлення крихт, начинок або інших продуктів.

#### 9. Вода та жири:

- очищення стічних вод – жирові та органічні залишки, що потрапляють у воду, слід очищати за допомогою спеціальних очисних споруд;
- відновлення жирів – залишки жирів і масел можуть бути використані для технічних цілей або повторного перероблення.

Переваги раціонального підходу:

- зниження екологічного навантаження;
- зменшення витрат на утилізацію;
- отримання додаткової продукції або енергії.

Успішна реалізація таких шляхів залежить від наявності відповідних технологій та інфраструктури.

Висновки за розділом

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для під час виробництва борошняних кондитерських виробів та визначені шляхи та методи утилізації відходів кондитерського та хлібобулочного виробництва.



## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів із додаванням плодово-ягідної сировини на якість виробів з тіста, представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1-2	Робота над вибором напрямку досліджень	1
2-3	Написання аналітичного огляду	7
3-4	Розробка схеми проведення досліджень	3
4-5	Пошук методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків сировини	3
6-7	Підготовка дослідного устаткування	3
7-8	Вивчення хімічного складу, мікроструктури, фізико-хімічних, біохімічних та технологічних властивостей фракцій тритикалевого сіяного борошна	5
7-9	Визначення впливу борошна тритикалевого сіяного та рецептурних компонентів на якість бісквітного напівфабрикату	6
7-10	Дослідження впливу борошна тритикалевого сіяного на якість пісочного напівфабрикату	6
7-11	Робота над оптимізацією рецептури приготування пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного	6
8-12	Обробка даних отриманих під час проведення експериментальних досліджень	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10
Всього		59

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

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

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

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

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне, кг	10	45,80	458,00
Борошно тритикалієве, кг	5	38,00	190,00
Всього			648,00

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

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

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

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на приготування тіста та випікання виробів:

$$E_{нек} = 3,4 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 4,68 = 687,40 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_{комп} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{заг} = E_{нек} + E_{комп} = 687,40 + 424,57 = 1139,97 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

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

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Устаткування для приготування тіста та випікання напівфабрикатів	7700,00	15	6	18,98
Персональний комп'ютер	11000,00	24	14	101,26
Всього				120,24

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

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

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	648,00
Заробітна плата	741,15
Нарахування на заробітну плату	163,05
Електроенергія	1139,97
Амортизація	120,24
Накладні витрати	592,92
Всього	3405,33

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та електроенергія.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

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

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

$C$  – розрахункові витрати дослідження, грн.;

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

$$Ц = 3405,33 + \frac{30 \cdot 3405,33}{100} = 4426,93 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 4426,93 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на заробітну плату та витрати на спожиту електроенергію, які становлять 741,15 грн і 1139,97 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4426,93 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведені дослідження спрямовані на розробку технології приготування борошняних кондитерських виробів з борошна тритикалевого сіяного та борошна тритикалевого кондитерського, що дозволяє розширити сировинну базу та асортимент борошняних виробів.

На підставі результатів досліджень зроблено такі висновки:

1. Борошно тритикалеве сіяне за хімічним складом, біохімічними та технологічними властивостями має потенційні можливості, що дозволяють використовувати її для виробництва окремих видів борошняних кондитерських виробів. Вміст крохмалю в борошні становить – 65,8 – 67,4 %, білка 9,45 – 11,4 %, цукрів – 2,8 – 3,0 %, пентозанів – 8,0 – 8,5 %, жиру – 0,8 – 0,9 %, золи – 0,75 – 0,2 %.

2. Встановлено, що фракції борошна тритикалевого сіяного з розміром частинок від 40 до 90 мкм містили крохмалю 69,8 – 72 %, білка 8,0 – 9,2 % і відрізнялися низькою активністю ферментів. На основі даних фракцій борошна тритикалевого сіяного сформовано борошно тритикалеве кондитерське для виробництва цукрового печива.

3. Науково обґрунтовано застосування борошна тритикалевого сіяного при виробництві бісквітного напівфабрикату, що забезпечує отримання виробу покращеної якості без внесення в рецептуру крохмалю.

4. Показники якості пісочного напівфабрикату з борошна тритикалевого сіяного покращувалися: щільність виробу зменшилася на 10,5 – 11,5 %, а намокання збільшилася на 8 – 8,6 %. Оптимізовано кількість цукру – 40 % та масла вершкового – 60 % у рецептурі пісочного напівфабрикату.

5. На підставі дослідження хімічного складу, біохімічних, технологічних властивостей та мікроструктури борошна тритикалевого кондитерського науково обґрунтовано доцільність виробництва з нього цукрового печива. Встановлені оптимальні дозування цукру, маргарин молочного і вершкового масла для здобного та цукрового печива: цукру-піску – 29 %, маргарину молочного – 21 %, масла вершкового – 24% відповідно, яке характеризувалося більш високими показниками намокання і нижчою щільністю, що підтверджено аналізом мікроструктури готових виробів.

6. Розроблена карта безпеки для під час виробництва борошняних кондитерських виробів та визначені шляхи та методи утилізації відходів кондитерського та хлібобулочного виробництва.

7. Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на заробітну плату та витрати на спожиту електроенергію, які становлять 741,15 грн і 1139,97 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 4426,93 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Капрельянц Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. Л. Капрельянц // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 441
2. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів / Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості», 11-12 жовтня 2017 року. — Т.: ТНГУ, 2017. — С. 114–115. Пахомська О.В. Науковий підхід до створення хлібобулочних виробів функціонального призначення. Наукові праці Національного університету харчових технологій, 2019, 25, № 2: 276 – 283.
3. Дубініна А.А., Летута Т.М., Янчева М.О., Бондаренко В.Ф., Віннікова В.О., Круглова О.С. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навч. посібник. Х. : ХДУХТ, 2015. 189 с.
4. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч. посіб. / 2-е вид., перероб. і допов. Київ, 2019. 580 с.
5. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544с.
6. 2. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса. Видавництво: 2003, – 116 с.
7. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна – К.:НУХТ, 2009. – 52с
8. Жукова В.Ф., Тарасенко В.Г. Поліпшення якості кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної сировини. Інновації та технології в сфері послуг і харчування. № 1 – 2 (3 – 4) (2021).
9. Назар М.І. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16. Київ, 2018. 22 с.
10. Лабораторний практикум з технології хлібопекарного та макаронного виробництва [Текст]: навч. посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсенєва, Білик Л.Ю. та



інш.. - К: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

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

12. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>

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

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

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

16. Паливода С.Д. Удосконалення технології макаронних та хлібних виробів з використанням харчових добавок структуро утворювальної дії: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / НУХТ – К., 2010 – 268 с.

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

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

19. Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum.

Journal of Food Science and Technology, 53, 1269-1278.

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

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

22. Касіяничук, В. Д. Нові технології виробництва продукції оздоровчого і лікувально-профілактичного призначення. Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки: матеріали V Всеукраїнського науково-практичного симпозіуму (м. Івано-Франківськ, 14 травня 2021 року).–Івано-Франківськ: Редакційно-видавничий відділ Університету Короля Данила, 78, 2021.–388 с., 108.

23. Ощипок І. М. Використання нових харчових добавок з рослинної сировини у харчовій промисловості // Вісник Львівської комерційної академії. Товарознавство. 2015. № 15. С. 77–81.

24. Самохвалова О. В., Олійник С. Г., Касабова К. Р. Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів: лаб. практи. для студ. спеціальності 181 "Харчові технології" спеціалізації "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів" ступень вищої освіти – магістр; Харківський дер. ун-т харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2017. 55 с.

25. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощів: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

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

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

28. Пахомська, О. В. Перспективи розширення асортименту хліба та хлібобулочних виробів України. In: Соціально-політичні, економічні та

гуманітарні виміри європейської інтеграції України: зб. наук. пр. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. 2021. р. 229.

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

30. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

31. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>

32. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. Ukrainian Food Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>

33. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>

34. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., Bezuglov, O., Bogatov, O., Polkovnychenko, D., & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (104), 61–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>

35. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt. Grain Products and Mixed Fodder's. 2018. Vol.18, Issue

4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>

36. Alba, K., Campbell, G. M., & Kontogiorgos, V. (2019). Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(9), 4189-4199. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9633>

37. Kolesárová, A. (2024). The effects of the addition of lyophilized fruit on the yeast properties of dough and volume properties of bread. *Food and Feed Research*. <https://doi.org/10.5937/ffr0-52510>

38. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Savenko, O., & Cherniavska, T. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11), 116.

39. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>

40. Betoret, E., & Rosell, C. M. (2020). Enrichment of bread with fruits and vegetables: Trends and strategies to increase functionality. *Cereal Chemistry*, 97(1), 9-19. <https://doi.org/10.1002/cche.10204>

41. Mitelut, A. C., Popa, E. E., Popescu, P. A., & Popa, M. E. (2021). Trends of innovation in bread and bakery production. *Trends in wheat and bread making*, 199-226. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00007-6>

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

43. Paliy, A., Aliiev, E., Paliy, A., Kotko, Y., Kolinchuk, R., Livoschenko, E., Chekan, O., Nazarenko, S., Livoschenko, L., Uskova, L. (2022). Determining the effective mode of operation for the system of washing the milking machine milk supply line. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (119)), 74–81. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265778.

44. Aliiev E., Paliy A., Paliy A., Kis V., Levkin A., Kotko Y., Levchenko I., Shkurko M., Svysenko S., Sevastianov V. Increasing energy efficiency and enabling the process of vacuum mode stabilization during the operation of milking equipment.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. 6 (1 (120)), 62–69. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.267799.

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