ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

Обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Юлія ЗІНЧЕНКО

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Рецензент: _____ Сергій ДАНИЛЕНКО

Дніпро 2023

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«09» листопада 2023 р.

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

Зінченко Юлії Станіславівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу».
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Характеристика об’єктів та методів досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Проблематика дослідження. 2 Мета роботи і завдання роботи. 3 Об’єкти дослідження. 4 Результати досліджень. 5 Охорона праці. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім’я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	доцент ТЕРТШНИЙ Олег	09.11.2023	08.12.2023
4	доцент ТЕРТШНИЙ Олег	09.11.2023	08.12.2023
5	доцент ТЕРТШНИЙ Олег	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	13.11-15.11.23	виконано
3	Характеристика об’єктів та методів досліджень	16.11-17.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-28.11.23	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	29.11-30.11.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	01.12-04.12.23	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	05.12-06.12.23	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.12.2023	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Юлія ЗІНЧЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу»

Дипломна робота магістра: 84 с., 7 рис., 22 табл., 82 літературних джерела.

Об’єкт дослідження: борошняні вироби, продукти переробки анісу

Метою роботи є обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу

Методи дослідження:

Вміст білка визначали методом К'ельдаля [75]. Кількість жиру визначали за екстракційно-ваговим методом Сокслета в модифікації Рушковського [76]. Вміст заліза визначали фотоколориметричним методом [77]. Вміст вітаміну С визначали об'ємним методом при титруванні витяжки розчином натрієвої солі дихлорфеноліндофенолу [77].

Пробні випічки здійснювали згідно з ГОСТ 9404-60 стандартним методом. Відбір проб готових виробів дослідження проводили згідно з ГОСТ 5667-65. Масу та питомий обсяг виробів визначали за відомою методикою Пористість м'якуша оцінювали за ГОСТ 5669-51, вологість - за ГОСТ 21094-75 [79].

В роботі представлені результати досліджень щодо виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу. Досліджено харчову цінність борошна із сухого листя анісу та насіння анісу. Визначено оптимальну концентрацію добавки борошна із сухого листя анісу до пшеничного борошна для виробництва випечених борошняних виробів. Визначено вплив добавки борошна із сухого листя анісу на властивості тіста, зокрема, автолітичну активність та газоутворювальну здатність. Проведено пробні випічки борошняних виробів з пшеничного борошна з додаванням борошна із сухого листя анісу. Визначено вплив добавки борошна із сухого листя анісу на якість та властивості випечених борошняних виробів. Уточнено рецептуру простого борошняного виробу з додаванням борошна із сухого листя анісу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Аніс, продукти переробки анісу, борошняні вироби, пшеничне борошно, функціональне харчування, рецептура.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 8

1.1 Шляхи підвищення біологічної цінності борошняних виробів з пшеничного борошна 8

1.2 Вплив основних складових борошна на властивості тіста і виробів з нього 11

1.2.1 Білки як біологічна добавка до борошняних виробів 11

1.2.2 Полісахариди та їх вплив на властивості тіста 20

1.2.3 Застосування окислювачів у виробництві борошняних виробів 22

1.3 Роль ферментних препаратів у виробництві тіста для борошняних виробів 26

1.4 Збагачення виробів із пшеничного борошна рослинними добавками 31

1.5 Мета і завдання досліджень 35

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ 37

2.1 Характеристика об'єктів дослідження 37

2.2 Характеристика методів дослідження 39

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 42

3.1 Вивчення харчової цінності продуктів переробки анісу 42

3.2 Визначення впливу добавок продуктів переробки анісу на показник якості борошна 47

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 59

4.1 Розробка картки безпеки праці 59

4.2 Утилізація відходів виробництва борошняних виробів 61

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 64

5.1 Організація досліджень 64

5.1.1. План проведення дослідження 64

5.1.2 Побудова сітьового графіка 65

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження 67

5.2 Розрахунок ціни дослідження 71

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 73

БІБЛІОГРАФІЯ 75

ВСТУП

У основних напрямах економічного та розвитку нашої країни поставлено найважливіше завдання – збільшити виробництво продуктів харчування, підвищити якість страв і кулінарних виробів. Для цього потрібно грамотне ведення технологічних процесів, що досягається на основі глибоких знань усіх складових компонентів сировини, у тому числі речовин, що містяться в малих кількостях, але визначають біологічну цінність продуктів і такі найважливіші показники їх якості. Для вирішення цих проблем необхідне ретельне вивчення та аналіз усіх тих процесів, які відбуваються у харчових продуктах під час їх обробки.

Одним із напрямків вирішення проблеми добробуту та здоров'я населення є повніше задоволення потреб населення у високоякісних та різноманітних продуктах харчування, підвищення культури їх споживання за рахунок удосконалення технології виробництва та покращення якості готової продукції, скорочення відходів та втрат.

Найбільш поширеними продуктами харчування населення є хлібобулочні вироби. Серед них виділяється група булок і бубликів, до рецептур яких входить велика кількість здоби. Для їх виробництва необхідно використовувати активовані дріжджі, покращувачі та збагачувачі дріжджового здобного тіста.

Використання вітчизняних пряно ароматичних рослин, що містять велику кількість ефірних олій і комплекс біологічно активних речовин дозволить не тільки підвищити харчову цінність хлібобулочних виробів, а й покращити їх органолептичні показники якості.

Однак було б зовсім неправильно оцінювати харчову цінність борошняних виробів лише з точки зору їх хімічного складу, не беручи до уваги такі властивості, як смак, аромат, пористість м'якушки та зовнішній вигляд виробу. Слід пам'ятати слова народну мудрість, що тільки та їжа корисна, яка приємна.

Проблема харчової цінності борошняних виробів набуває особливої гостроти в ті періоди, коли з будь-яких причин значно скорочується споживання харчових продуктів тваринного походження – яєць, молока, сиру, м'яса, тваринних жирів і відносно зростає в дієті частка зернових продуктів, насамперед виробів з борошна.

Зрозуміло, що в цих умовах більш одноманітного харчування проблема якості та харчової цінності виробів із дріжджового тіста та можливих шляхів її підвищення стає особливо актуальною. Особливо гостро стоїть це питання щодо продукції з вищих сортів пшеничного борошна, яке найбільш цінне у повсякденному житті та торговельній практиці, і найменш повноцінне в біологічному плані.

У сучасних умовах важливим завданням, яке стоїть перед підприємствами харчової промисловості, є створення такої продукції, яка була б конкурентоспроможною. Щодо виробництва хлібобулочних і борошняних виробів це означає використання інтенсивних технологій, що дозволяють збільшити обсяг виробленої продукції, розширення асортименту, підвищення якості, зниження вартості продукції за рахунок скорочення тривалих стадій приготування тіста.

Тому якість та харчова цінність борошняних виробів як продуктів щоденного споживання має першорядне значення. Вони визначаються, насамперед, вмістом у продукті білків, незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин.

Тому перед фахівцями галузі стоять завдання пошуку нових добавок, що підвищують якість та харчову цінність борошняної продукції. У цьому напрямку видаються перспективними різні рослинні добавки, зокрема, препарати, отримані з рослини анісу, яка з давніх-давен використовувалася в харчових цілях.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Шляхи підвищення біологічної цінності борошняних виробів з пшеничного борошна

Вироби з пшеничного борошна, у тому числі з дріжджового тіста, є одними з продуктів, найбільш зручних для вітамінізації за допомогою готових препаратів вітамінів різних груп з огляду на їх відносно низьку ціну та доступність для населення.

У США та Канаді введені обов'язкові мінімальні рівні вмісту вітамінів у борошняних виробах [1]. Існує два шляхи збагачення виробів із дріжджового тіста вітамінами:

– отримання високовітамінного борошна;
– вітамінізація виробів на стадії їхнього приготування.

Для реалізації цих шляхів існує ряд різних способів, одним з яких є, можливо, повніше збереження вітамінів, що містяться в цільному зерні.

Зернові продукти, у тому числі зерно пшениці, - одні з найбагатших - джерел вітамінів групи В і Е.

Але більшість цих вітамінів втрачається в процесі помелу - чим вищий вихід борошна, тим менше в ньому залишається вітамінів. Борошно 98% виходу містить вітамінів в 3 рази менше, ніж борошно 78% виходу. Таким чином, введення простого помелу є доцільним з точки зору гігієни харчування [2].

Досліди з виробництва борошняних виробів з борошна високого виходу проводилися у низці країн ще під час Першої світової війни. При цьому наголошувалося, що хліб із борошна грубого помелу позитивно впливає на здоров'я солдатів. З таких робіт слід відзначити дослідження вітчизняних вчених, які розробили детальну технологічну схему помелу пшениці, що забезпечує попадання зародка і щитка в борошно, а, отже, отримання "високовітамінного" борошна, однак, незважаючи на переваги

високовітамінного борошна, вона має один істотний недолік – не виносить тривалого зберігання, особливо за несприятливих умов зберігання. Очевидно, що вдосконалення процесу помелу – найпростіший і найбільш раціональний метод отримання борошна, в якому збережена основна частина поживних речовин зерна.

Найбільш перспективні у цьому напрямі роботи з одержання тонкодисперсного борошна з цілого зерна пшениці, що підвищує його харчову цінність, дозволяє заощадити 10-15 % зерна [3]. Це борошно має ряд технологічних особливостей: підвищується його автолітична активність, водопоглинальна здатність, вміст клейковини. З цього борошна виготовляють багато видів хлібу, зокрема, «Цільнозерновий», який відноситься до групи виробів з пшеничного борошна для лікувального та профілактичного харчування.

Пильну увагу дослідників, особливо останнім часом, привертає такий природний вітаміновмісний продукт, як пшеничні висівки. При помелі борошна їх вихід становить 31,5-18,5 %, у яких міститься багато вітамінів, мінеральних сполук, білка. Ця сировина довгий час була забута, але зараз викликає інтерес через те, що висівки містять багато клітковини, а в сучасних умовах людина вживає мало баластових речовин, харчових волокон.

Недолік цього збагачувача пшеничного борошна полягає в тому, що велика частина вітамінів, що містяться в висівках, не засвоюється в організмі людини, оскільки через велику кількість клітковини, що міститься у висівках, погано перетравлюються в кишечнику. Тому вироби з пшеничного борошна з добавкою висівок виготовляються як продукти в основному лікувального та профілактичного призначення [4].

Для підвищення засвоюваності поживних речовин, пшеничних висівок необхідно проводити їх попередню спеціальну обробку – біохімічну, механічну, гідротермічну.

Як показали дослідження авторів [5], найбільш рентабельно надтонке подрібнення висівок, що додаються в кількості до 15% до маси пшеничного

борошна. Тісто при цьому виходить хорошої консистенції, а продукти з нього – хорошої якості [6]. Дуже близькі до цих досліджень та роботи зі збільшення харчової повноцінності виробів із дріжджового тіста за допомогою добавок зародків пшениці та зерен інших злаків [7].

Одним із шляхів підвищення біологічної цінності продуктів із пшеничного борошна є використання синтетичних вітамінних препаратів. Цей спосіб знайшов широке застосування в США – з 1974 року борошно збагачується вітамінами групи В, РР, А. Так фірма "БАСФ Віандотт" запропонувала збагачувати борошно ще на млині мононітратом тіаміну (вітаміну В1) [8].

Проведені авторами дослідження показали, що в процесі зберігання - такого борошна вітаміни розкладаються, вміст їх зменшується. Крім того, при здійсненні стадій технологічного процесу частина борошна губиться , а разом з нею губляться і внесені до неї цінні добавки, тому найбільш перспективні дослідження, спрямовані на внесення вітамінних препаратів безпосередньо на підприємстві при випіканні виробів.

Однак і такий шлях збагачення вітамінами виробів з пшеничного борошна не забезпечує достатньої безпеки останніх – при випіканні частина вітамінів розкладається. У зв'язку з цим ряд робіт спрямований на пошук методів зниження втрат вітамінів при здійсненні стадій технологічного процесу, зокрема, при випіканні.

Для вирішення цього завдання поруч дослідників знайдено такі шляхи:

- запровадження вітамінних препаратів на кінцевих стадіях процесу;
- внесення вітамінів не з борошном, а з іншими рецептурними компонентами ;
- використання хімічно стійких форм вітамінів;
- нанесення вітамінних емульсій на поверхню виробів перед випічкою ;
- створення жирових концентратів вітамінів.

В даний час досить широке застосування знайшла С-вітамінізація виробів. Враховуючи крайню нестійкість вітаміну С (аскорбінова кислота), його вносять у тісто у вигляді капсул, сформованих з вітаміну С і розплавів харчових олій (бавовняної, соєвої) з наповнювачами – крохмалем або карбонатом кальцію. Такі капсули вносять у кількості 0,1% до пшеничного борошна. Крім того, використовуються хімічно стійкі солі аскорбінової кислоти [9].

1.2 Вплив основних складових борошна на властивості тіста і виробів з нього

1.2.1 Білки як біологічна добавка до борошняних виробів

«Харчування людини має бути раціональним та безпечним. У теорії раціонального харчування важлива роль належить білкам» [10]. Недолік їх викликає фізичні розлади організму: затримку росту та розвитку дітей , швидку фізичну та розумову втому та інші відхилення від норми. «Поліпшення забезпечення білком раціону харчування є важливим завданням» [11, 12].

У зв'язку з цим, завдання технологів входить посилення позитивного і зниження негативного впливу технологічного процесу виробництва на якість готової продукції. «Кількісний вміст білків у харчових продуктах коливається в широких межах, зокрема в борошні міститься близько 10%» [13]. У харчових продуктах міститься зазвичай білок одного виду, а кілька білків, виконують різні фізіологічні функції, які мають різними фізико-хімічними властивостями. «У зв'язку з цим застосовується кілька підходів до класифікації білків» [13].

«За амінокислотним складом білки їжі можна умовно підрозділити на три групи» [14].

«До першої відносяться білки високої біологічної цінності. Вони містять усі незамінні амінокислоти в пропорціях, вигідних для організму людини»

[14]. Це білки тваринного походження – м'яса, молока, яєць, риби.

«Друга група – білки невисокої біологічної цінності» [14]. Вони містять усі незамінні амінокислоти, але в пропорціях, що не задовольняють потребам організму людини. Це білки злакових та бобових культур.

«Третя група – неповноцінні білки, у яких відсутня хоча б одна незамінна амінокислота» [14].

Зміни, які зазнають білків, залежать від фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей білкової системи. При цьому змінюється структура та властивості систем.

Амфотерність білків визначає можливість їх взаємодії з кислими полісахаридами, утворюючи білково-полісахаридний комплекс, а наявність карбонільних груп зумовлює їхню участь у реакціях меланоїдіноутворення. Поверхнева активність білків характеризує їх емульгуючу і піноутворювальну здатність. При високих температурах нагріві білки піддаються гідролізу [12].

Тому роботи багатьох вчених спрямовані на створення білкових препаратів, що дозволяють підвищити вміст білка у звичних продуктах - харчування [15]. Основні джерела білка прийнято класифікувати втричі групи [13,14]:

- традиційні, що включають продукти рослинного та тваринного походження;

Основні джерела білка прийнято класифікувати втричі групи [10,11]:

- «традиційні, що включають продукти рослинного та тваринного походження» [10,11];

- «нетрадиційні вторинні продукти, що включають шроти. насіння олійних культур (соя, арахіс, соняшник), продовольчих культур (томати, виноград, кукурудзяні та пшеничні зародки), кормових культур (сафлор, ріпак), технічних культур (бавовник, льон), вторинна сировина тваринного походження (кров забійних тварин , рибні продукти і т.д.)» [10,11];

- нові, що включають білки хімічного синтезу, непатогенні бактерії , дріжджі, міцелій вищих та нижчих грибів. Остання група добавок вивчена

вкрай мало крім добавок препаратів дріжджів, у справжньому огляді як самостійний розділ розглядатися нічого очікувати.

«Джерела білка, що входять до першої групи, добре вивчені. Особливо останніми роками широко вивчалося збагачення пшеничного борошна добавками препаратів із зерна не хлібопекарських культур (вівса, проса, рису, бобових культур)» [8,15].

Серед названих культур перше місце належить продуктам із сої – дешевого повноцінного джерела білка. Соєве борошно містить високий відсоток білка і, будучи доданим до пшеничного борошна, значно підвищує його харчову та біологічну цінність [16].

Ряд досліджень, присвячених вивченню застосування соєвого борошна для підвищення харчової повноцінності борошняних виробів, був спрямований «на вивчення амінокислотного складу соєвого білка з метою з'ясування наявності в ньому незамінних амінокислот» [17], які характеризують біологічну цінність соєвого білка для людини .

Отримані дані наочно свідчать про високу поживну цінність соєвого білка і підтверджують думку про можливість значного підвищення харчової цінності сортового пшеничного борошна додаванням до неї певного відсотка білкового збагачувача - продуктів переробки сої. «Так, текстурований соєвий білок у вигляді пластівців або шматочків, добавлений в дріжджове тісто при виробництві виробів з пшеничного борошна вищого ґатунку, значно збільшує вміст в них білка, що практично не погіршує їх якості» [17].

Дуже близьким за хімічним складом до соєвого борошна є горохове «борошно, яке також досить інтенсивно вивчалося як білкова добавка до різних сортів пшеничного борошна» [18]. Воно дешеве і багате білком, у кількості 20-25 %, будучи доданим до пшеничного борошна, значно підвищує вміст білка в останньому. «Досить багата білком (10-19 %) та мінеральними речовинами (3-3,5 %) вівсяне борошно» [18].

Поряд з цими речовинами вона містить більшу кількість неграничних жирних кислот, які є необхідним елементом живлення. Білки вівсяного

борошна мають багатий амінокислотний склад, крім того, «продукти з пшеничного борошна з добавками вівсяного мають лікувальні властивості - знижують артеріальний тиск. Однак це борошно має низькі хлібопекарські переваги і знижує якісні показники готових виробів» [19].

Ряд робіт спрямований на вивчення як добавок до пшеничного борошна «при виробництві випечених виробів ячмінного, кукурудзяного або рисового борошна» [19].

Крім багатого амінокислотного складу ці продукти відрізняються високим вмістом мінеральних речовин - солей калію, кальцію та магнію .

Так, «ячмінне борошно рекомендується додавати до пшеничного в кількості до 30%, кукурудзяне ж через його специфічний смак лише в концентрації , що не перевищує 20%, хоча позитивною якістю кукурудзяного борошна є її здатність підвищувати бродильну активність дріжджів» [20, 21]. «Рисове борошно, додане в кількості 3-5 % при виготовленні пшеничних напівфабрикатів, покращує процес приготування тіста, збільшує об'єм і пористість м'якушу готових випічних виробів, проте при цьому викликає потемніння м'якуша» [21]. Слід зазначити, що добавки не хлібопекарських сортів зернових до пшеничного борошна в цілому погіршують органолептичні показники виробів.

«Друге місце серед рослинних білоквмісних добавок займає сира клейковина пшениці» [22]. Використання клейковини в хлібопеченні відомо вже починаючи з 1912 року, для приготування особливих сортів хліба для хворих на порушення обміну.

Використання клейковини для збагачення продуктів з борошна пшеничного білком описано багатьма дослідниками [20, 23, 24]. Були спроби використовувати сиру клейковину, висушену на вальцях, у вакуумі та на розпилювальній сушарці. «Додана, у кількості 5-6% до пшеничного борошна, вона покращує якість та підвищує харчову цінність виробів» [20]. Однак висока вартість її отримання стримує застосування цього джерела білка. Інші три види клейковини виявилися малоефективними.

Виходячи з того, що окремі групи ліпідів мають різний вплив на клейковину і по-різному зв'язуються з нею, були проведені дослідження зі створення комбінованих добавок на основі клейковини та різних груп ліпідів. «Як ліпідні компоненти використовувалися різні жирні кислоти, триацилгліцериди, синтетичні та природні фосфо- і гліколіпіди» [10, 21]. Так, відома вітчизняна добавка СЛБД - суха ліпід-білкова композиція, що додається до борошна в кількості 1-1,5%.

Ця добавка призводить до утворення асоційованого комплексу між білком клейковинним і протеоліпідами, призводить до модифікації властивостей клейковини і обумовлює поліпшення якості виробів з борошна.

Аналіз літератури щодо застосування рослинної білоквмісної сировини дозволив виявити основні шляхи її використання:

- «як джерело ферменту ліпоксигенази для регулювання властивостей тесту;
- як азотисте харчування для приготування рідких дріжджів;
- для часткової заміни пшеничного борошна;
- як компоненти білково-ліпідних добавок;
- як піноутворювачів та структуроутворювачів при виробництві борошняних кондитерських виробів» [8,10, 21, 23].

«Встановлено негативний вплив рослинної білоквмісної сировини на властивості пшеничного тіста та якість виробів з нього. При цьому погіршення якості пояснюється відсутністю клейковини в борошні-збагачувачі, її низькою газоутворюючою здатністю, меншою атакованістю крохмалю амілолітичними ферментами, більш високою температурою клейстеризації крохмалю, поганою набухання білків - добавок, збільшеною кількістю -SS - зв'язків – добавок» [25].

Порівнюючи мікроструктуру виробів з пшеничного борошна і такого ж борошна, збагаченого соєвим, гороховим борошном, встановлено, що білкові збагачувачі порушують рівновагу білково-крохмального комплексу, що утворився у виробі з пшеничного борошна.

Білки при випіканні виробу з чистого борошна пшеничного організовані в лінійному порядку біля крохмальних гранул, у той час як білки у випічному виробі з борошна з добавкою не утворюють лінійних (вузьких і довгих) асоціатів . Збагачувачі негативно впливають на стан пористості м'якішу.

Така дія білкових добавок на якість виробів зумовлює підвищені вимоги до їх функціональних властивостей. Якісні характеристики властивостей білкових рослинних добавок можна розділити на три основні групи:

- «властивості, пов'язані з взаємодією білків і води, включаючи набухання, гідратацію, розчинність, в'язкість, здатність, що згущує;

- поверхнево-активні властивості, включаючи емульгування, піноутворюючу та плівкоутворювальну здатність;

- властивості, пов'язані із взаємодією білків між собою, такі як желююча здатність, еластичність, зчеплюваність, тістоутворення» [21, 23].

Для поліпшення цих функціональних властивостей існує ряд способів , що включають вплив електричного струму, ферментних препаратів, окислювачів (наприклад, 30% H_2O_2), підкислення середовища, гідротермічний обробку.

З білкових добавок тваринного походження на першому місці стоять молочні продукти і, в першу чергу, «нежирна молочна сировина, яка містить багато білкових речовин, вітамінів, мінеральних солей, мікроелементів та імунних тіл» [25]. В рецептурах використовується сухе знежирене молоко з огляду на найбільшу простоту дозування у кількості 4-6 %. «Однак слід мати на увазі, що пряме додавання його у тісто у вигляді порошку призводить до отримання хліба зменшеного об'єму і погіршення структури пористості м'якушу» [26].

Причиною такого погіршення якості виробів вважають наявність у добавці молочного цукру лактози знижує їх зимазну і мальтазну активність , тому раціональнішим методом є збагачення виробів з пшеничного борошна молочною сироваткою.

«Застосування сироватки у виробництві борошняних виробів дозволяє

підвищити їхню харчову цінність, покращити якісні показники, у тому числі смак та аромат» [26].

Підвищена увага дослідників до застосування сироватки як збагачувача пшеничного борошна пояснюється тим, що її білок збалансований по лізину, триптофану, метіоніну, дефіцитних у борошні, в ній міститься добре засвоюваний органічний кальцій, він пов'язаний з білком і добре всмоктується кишечником.

«У сироватку переходить 50% сухих речовин молока, 20% білка, 80% мінеральних солей (К, Са, Mg)» [26]. У ній міститься хороший комплекс ферментів - протеаза, ліпаза, фосфатаза, лактаза. Причому сироватка є не тільки гарним збагачувачем, але й покращує якісні характеристики виробів, прискорює процес приготування тіста, підвищує підйомну силу дріжджів через створення сприятливих умов для бродильної мікрофлори. «Збільшується кількість летких кислот у напівфабрикаті та виробі, загальна кислотність виробів з дріжджового тіста підвищується, що сприятливо позначається на їх смаку та ароматі» [27].

Особливе досягнення у застосуванні сироватки - це створення прискорених способів приготування тіста з пшеничного борошна. «В даний час застосовується сироватковий концентрат та суха сироватка. Останню застосовують у кількості 2 % до маси борошна на будь-якій стадії технологічного процесу» [26]. «Таке дозування збільшує обсяг виробів з дріжджового тіста, пористість їх м'якуша, стисливість його, забарвлення кірки виробу. Виріб довше зберігає свіжість» [28].

«Дуже багаті на біологічно активні речовини пшеничні зародки , в сухій речовині яких міститься до 39 % білка, цукрів - до 30 %, ліпідів - до 39 %, мінеральних речовин - до 6 % . зброджуваних дріжджами» [26]. В даний час зародки пшениці можна розглядати як повноцінний збагачувач пшеничного борошна [28]. При додаванні в кількості 3 % до пшеничного борошна пшеничні зародки зміцнюють клейковину, полегшують заміс тіста.

Побічним продуктом при виробництві крохмалю є білковий концентрат

із пшеничного борошна. «Будучи доданим у невеликих кількостях (близько 3 %) до пшеничного борошна, він зменшує калорійність виробів, підвищує їхню харчову цінність» [28].

Великими потенційними запасами білка є побічні продукти масложирової промисловості, до яких належать шроти та фосфатидні концентрати. Шроти виходять при виробництві рослинних олій екстракційним способом. Сьогодні білок отримують зі шротів та макухи сої, бавовнику, соняшнику, арахісу, ріпаку, конопель тощо.

Найбільше значення мають «шроти сої, бавовнику, соняшнику, ріпаку та арахісу» [29, 30]. «В даний час зі шротів отримують білкове борошно (вміст білка 40-50%), білкові концентрати (вміст білка 70-75%) і білкові ізоляти (вміст білка 85-90%)» [29].

Найбільш вивчені у нас у країні білкові ізоляти зі шротів соняшнику та сої [30]. При використанні джерела білка борошна або ізольованого білка з бавовнику необхідно перш за все видалити токсичну речовину – держсипол [31-33]. Слід зазначити, що використання як самого борошна з не хлібопекарських культур, так і білкових концентратів та ізолятів з них недостатньо добре вивчено, відомо, що вони знижують протеолітичну активність пшеничного борошна, його газоутримуючу здатність, внаслідок цього зменшується обсяг виробу з дріжджового тіста.

Іноді відбувається потемніння тіста і м'якуш готового виробу через велику кількість поліфенолоксидази в добавках, тому добавку не можна вносити в кількостях, що перевищують 3%.

До вторинних рослинних білкових добавок належать також фосфатидні концентрати – «побічні продукти рафінації соєвої та під сонячної олії» [34], «залишкові пивні дріжджі – солодові паростки, солодова і хмелева дробина» [35].

«Фосфатидні концентрати мають поверхневу активність, адсорбуються на частинках борошна, збільшують їх змочуваність, розчинення складових частин борошна, сприяють збільшенню еластичності клейковини» [36]. У

вторинній сировині пивоварної промисловості залишається дуже багато ферментів, вітамінів групи В.

«При додаванні в кількості 1-5 % до пшеничного борошна вони зменшують витрату дріжджів, покращують смак і аромат виробів. Для збільшення ферментної активності іноді ці відходи обробляють ультразвуком при 56-58 °С» [35].

З вторинних продуктів, що містять білок тваринного походження, слід звернути увагу на молочно-білкові концентрати, серед яких найбільш відомі казеїн, казецит і казеїнат натрію. Вони дуже багаті білком (вміст білка становить до 90%), мінеральними речовинами, проте добавка їх до пшеничного борошна не повинна перевищувати 5% через високу водопоглинальну здатність, внаслідок чого тісто стає більш щільним. «Цього можна уникнути, якщо використовувати комплексний білково-крохмальний збагачувач (додавання до казеїну кукурудзяного крохмалю, окисленого перманганатом калію)» [26].

У такому вигляді білково-молочні концентрати прискорюють дозрівання тосту, до того ж мають збалансований амінокислотний склад. Однак кількість молочно-білкових концентратів, що вносяться при приготуванні дріжджового тіста, обмежена, оскільки їх компоненти - білок і лактоза, що несприятливо впливають на біохімічні процеси тіста та його структурно-механічні властивості.

Тому при виробленні виробів з підвищеним вмістом молочно-білкових продуктів використовуються технологічні прийоми, що дозволяють цілеспрямовано регулювати біохімічні процеси в тесті та якість виробів. Для поліпшення якості виробів доцільно проводити ферментативний гідроліз лактози (3-галактозидазою до глюкози та галактози).

Глюкоза легко зброджується пекарськими дріжджами, а галактоза є активним компонентом реакції меланоїдиноутворення. Продукти гідролізу лактози солодші, добре засвоюються. «(3-галактозидазу) виділяють з культури дріжджів Saccharamuces Fragilis, проте вона нестійка до pH середовища, тому

більш зручна в технології (3-галактозидаза), виділена з культури гриба Curvucaria inaegualis» [21].

Надзвичайно цінним джерелом харчового білка можуть бути відходи м'ясної промисловості. «При додаванні в тісто білкового збагачувача, отриманого з боєнської крові, у виробах підвищується вміст амінокислот, особливо лізину та гістидину» [28].

Багатим джерелом білка є «білкові концентрати та гідролізати, отримані з відходів рибної промисловості, а також рибне борошно» [10].

1.2.2 Полісахариди та їх вплив на властивості тіста

«Полісахариди – це природні та синтетичні біополімери найрізноманітнішої будови. Будучи доданими до борошна, при виробництві випікань, вони покращують якість останніх, а також надають їм ряд корисних властивостей» [10].

«Полісахариди, які використовуються при виробництві виробів із дріжджового тіста, можна умовно поділити на три основні групи:

- модифіковані крохмалі;
- пектинові речовини;
- синтетичні полісахариди» [11].

Модифіковані крохмалі при виробництві виробів з пшеничного борошна знайшли досить широке застосування в США та Німеччині. Вони підвищують якість виробів з борошна різної хлібопекарської гідності. У цих країнах використовуються крохмалі різної модифікації – екструзійні, окислені, набухають, фосфатні, карбоксиметильовані [37, 38].

У вітчизняній промисловості знайшли застосування кукурудзяні крохмалі, окислені гіпохлоритом кальцію, броматом чи перманганатом калію. На якість борошняних виробів істотно впливає вміст у модифікованих крохмалях вільних альдегідних або карбок сильних груп, що виникають при його окисленні.

Застосування таких видів крохмалів дозволяє збільшити питомий обсяг

виробів та розпушеність м'якішу, покращити його еластичність та колір, збільшити термін збереження свіжості виробів.

«Іноді модифіковані крохмалі використовуються як замінники цукру в рецептурах» [38]. При цьому потрібно не окислення, а інший спосіб модифікації сировини, що містить крохмаль. Тому при ферментативному – «гідролізі крохмального молока отримують високоцукровий ферментативний напівфабрикат, який є повноцінним замінником у рецептурах кристалічної сахарози» [37]. Будучи доданим у тісто в кількості 10% замість цукру, цей напівфабрикат покращує зовнішній вигляд виробів, їх смак і аромат, прискорює процес тестознавства. «При ферментативному гідролізі крохмалевмісної сировини отримують також глюкозно-фруктозний сироп, який також служить повноцінним замінником цукру» [38].

Основою структури молекул інших відомих полісахаридів – пектинових речовин – є ланцюжок із з'єднаних між собою а-1,4-глікозидними зв'язками залишків галактуронової кислоти, карбоксильні групи якої етерифіковані етиловим та метиловим спиртом.

Ці полісахариди містяться в плодах, коренеплодах і стеблах практично всіх рослин, у вигляді нерозчинної комплексної сполуки – протопектину. «У процесі дозрівання плодів полісахарид перетворюється на розчинний пектин, під дією ферменту протопектинази» [39-40].

Основною відмінністю пектинів є їхня молекулярна маса, а так само - ступінь етерифікації - вміст етоксильних та метоксильних груп. При ступені етерифікації менше 39% пектини не розчиняються у воді.

Основним природним джерелом пектинових речовин є яблучні вичавки відходи виробництва плодово-ягідних соків. Завдяки наявності в їх структурі великої кількості «функціональних груп, пектинові речовини здатні утворювати комплексні сполуки з важкими металами, завдяки чому можуть виводити ці токсичні сполуки з організму людини» [40]. «Так, добавка пектину в кількості 6% до пшеничного борошна служить для приготування виробів лікувально-профілактичного значення» [41], збільшує водопоглинальну

здатність тіста, покращує його газоутримуючу здатність. При цьому збільшується питомий об'єм виробу, покращується пористість м'якішу, що дозволяє зберігати свіжість триваліший час.

Крім полісахаридів природного походження як добавки використовують синтетичні, отримані штучним шляхом. Дослідження добавок почалися зовсім недавно, проте вже зараз видаються перспективними.

Найбільш активно розвивається виробництво полісахаридів за допомогою мікробілогічного синтезу, що є економічно найбільш доцільним .

Полісахариди, синтезовані бактеріями, містять багатий набір мономерів - галактозу, глюкозу, маннозу, ксилозу, крім цих моносахаридів ще й нуклеїнові кислоти. «Розведені у кількості 0,5% до маси пшеничного борошна вони покращують фізичні характеристики тіста, що пояснює їхнє комплексоутворення з білковим комплексом останнього» [42].

Слід зазначити, що цей «полісахарид здатний легко утворювати комплекси з важкими токсичними металами і радіонуклідами, виводячи їх з організму» [42] .

Останнім часом вченими України запропоновано ще один варіант синтетичного полісахариду – «натрійкарбоксиметилцелюлоза, яка у поєднанні з гліцерином прискорює процес тістоведення та покращує якість готових виробів» [40]. У присутності гліцерину значно покращуються структурно-механічні властивості борошняного тіста, «показник його пружності підвищується по відношенню до контролю на 53,4 %, еластичність - на 19,0 %, стійкість на 30,0 %» [39].

1.2.3 Застосування окислювачів у виробництві борошняних виробів

Дослідження застосування різних хімічних препаратів, в основному «неорганічного характеру, протягом уже багатьох років проводиться в різних країнах як з метою поліпшення мінерального складу готових виробів, так і з метою поліпшення якісних показників напівфабрикатів і готових виробів» [6].

Покращувачі, які застосовуються з цією метою, можна умовно розділити на три основні групи: окислювачі; добавки макро- та мікроелементів; поверхнево-активні речовини (ПАР). Існує група хімічних речовин, які важко віднести до будь-якої групи: розпушувачі, замінники кухонної солі, які потрібно виділити в окрему групу.

Вивчення застосування окислювачів у виробництві виробів з пшеничного борошна переслідувало головну мету – покращення якісних показників напівфабрикатів і готових виробів, при цьому мало уваги приділялося впливу їх на харчову цінність продуктів.

Найбільш відомі серед таких препаратів різні хімічні речовини. До них відносяться різні перекисні сполуки – «перекиси жирних кислот, ферментні препарати, що каталізують окиснення (наприклад , фермент ліпоксигеназу)» [42].

Застосування перекисних сполук не викликає утворення в тесті та кінцевому продукті токсичних сполук продуктів вторинних реакцій, тому що вони розкладаються на екологічно безпечні речовини – кисень, воду, органічні кислоти. Відбілюючий ефект цих сполук базується на руйнуванні ними каротиноїдів борошна, що надають їй кремового кольору, тим самим збіднюючи харчову цінність сировини. Застосуванням цих препаратів досягається лише естетичний ефект отримання білого м'якуша, в іншому, ефект негативний і в даний час у багатьох країнах намагаються виключити подібні реагенти з обігу.

У ряді країн (США, Великобританія та ін.) для поліпшення споживчих характеристик виробів застосовують «речовини органічної та неорганічної природи з окислювальними властивостями – бромати, йодати, персульфати, азодикарбонаміди, деякі органічні кислоти, у тому числі і аскорбінову кислоту» [43] .

Ці сполуки є досить сильними окислювачами, за винятком аскорбінової кислоти, яка, володіючи яскраво вираженими відновними властивостями, «під дією різних факторів легко окислюється до дегідроаскорбінової кислоти, яка

фактично є активним реагентом-окислювачем» [43]. Окислювальні покращувачі застосовують при переробці пшеничного сортового борошна середнього та слабкого за силою у різному дозуванні залежно від сили та виходу борошна.

Як відомо, важливим фактором, від якого залежить якість клейковини, а, отже, і хлібопекарські якості пшеничного борошна є наявність речовин, що містять сульфгідрильну групу (-SH). «Добавлені в нікчемній кількості до борошна або тіста, вони викликають різке погіршення якості клейковини: розпливання та розрідження. Серед цих речовин слід особливо відзначити амінокислоту цистеїн та трипептид глютатіон» [43].

«Глютатіон чинить на клейковину потужну розріджувальну дію, що пояснюється його активуючим впливом на протеолітичні ферменти -борошна, які починають енергійно розщеплювати білки клейковини, викликаючи розпливання тіста» [44]. Крім того, сульфгідрильні сполуки роблять дію безпосередньо на білки клейковини, викликаючи глибоке зміна їх фізичних властивостей в результаті відновлення і розриву дисульфідних зв'язків, що з'єднують між собою макромолекули, що утворюють клейковину білків. «Поліпшуюча дія окислювачів заснована на окисленні -сульфгідрильної групи глютатіону до дисульфідного містка (-SS-)» [44].

Таким чином, не тільки дезактивується глютатіон, але і виникають нові дисульфідні зв'язки в білках клейковини, викликаючи ущільнення структури білкових речовин і зміцнюючи її. «При цьому підвищується гідратація клейковини і збільшується водопоглинальна здатність борошна, особливо важливо при слабкому борошні, що не забезпечує встановленого виходу хліба» [43].

Найбільш дефіцитним макроелементом у виробах із пшеничного борошна є кальцій. Надлишковий вміст по відношенню до кальцію фосфору, який міститься у складі фітинових сполук, знижує засвоєння кальцію. Найбільш низький вміст мінеральних речовин у борошні вищого ґатунку. «У борошні 98%-ного виходу заліза і магнію в 4 рази менше порівняно з мукою

78%-ного виходу» [45]. Підвищенню вмісту кальцію в продуктах, приготованих з пшеничного борошна сприяє використання молочних продуктів, фруктових порошків, продуктів переробки гранатів. «Кальцій вводиться у кількості 0,3-0,5 % до маси борошна як препарату глюконату кальцію» [45].

Однак цей препарат має дві істотні недоліки - він недешевий і при концентраціях вище 0,5% погіршує якість готових виробів. Тому в даний час продовжуються роботи «з розробки нових джерел мінеральних добавок до пшеничного борошна, зокрема, запропоновано для цієї мети використовувати тонкоподрібнену яєчну шкаралупу, що містить до 90% кальцію, а також молібден, марганець, залізо та ін. мінерали» [45] .

В окрему групу хімічних речовин, що застосовуються «як покращувачі якості виробів з дріжджового тіста, слід виділити поверхнево-активні речовини (ПАР)» [46].

«ПАР являють собою велику групу органічних сполук найрізноманітнішої структури, у харчовій же промисловості застосовуються, як правило, моно-і дигліцериди вищих жирних кислот, не повні ефіри вищих спиртів і діефіри цукрів з пальмітинової та стеаринової кислотою» [46].

«Поверхнево-активні речовини (ПАР) використовуються в харчовій промисловості як емульгатори водно-жирових емульсій» [47]. Перебуваючи у середовищі водно-жирової емульсії, молекули ПАР утворюють навколо жирових частинок мономолекулярну плівку, причому гідрофільна частина молекули звернена до водної фази, а ліпофільна – до частинки жиру.

Такі плівки запобігають злипанню жирових кульок, тобто. розшарування емульсії. ПАР, введені в тісто, сприяють кращому розподілу в ньому жиру, утворюючи в тесті комплекси з білками та крохмалем, ПАР забезпечують більш повну гідратацію цих полімерів борошна.

Вплив ПАР на фізичні властивості клейковини пов'язують із їхньою здатністю до дисоціації. «Помічено, що аніоноактивні ПАР значно зміцнюють клейковину і тому рекомендуються при переробці слабкого борошна. ПАР

покращують структуру м'якішу, підвищують його еластичність, уповільнюють процес черствіння» [47]. При цьому вони не викликають токсичних змін у продукті, але й не підвищують його харчової цінності.

У літературі зустрічаються згадки про хімічні поліпшувачі, які важко віднести до будь-якої з перерахованих груп. Так, за кордоном недавно «запропоновано замість хлориду натрію додавати в рецептуру хлорид калію, це посилює бродильну активність дріжджів і, як результат, якість готових виробів» [46].

Останнім часом привертають увагу роботи, пов'язані з поліпшенням якості води, яка використовується в рецептурах. Такі дослідження не мають аналогів у минулому. Так, пропонується для покращення якості виробів «здійснювати попереднє очищення води від солей жорсткості та важких металів» [46], або «використовувати в рецептурах попередньо обмагнічену воду» [41].

1.3 Роль ферментних препаратів у виробництві тіста для борошняних виробів

Важливим засобом удосконалення технологічного процесу та покращення якості борошняної продукції, приготованої з борошна різної хлібопекарської якості, є застосування ферментних препаратів. Роль ферментів як факторів, що визначають якість виробів з дріжджового тіста, розглянута в ряді монографій та окремих публікацій [10, 15, 28, 44].

Найбільш широке застосування знаходять ферменти амілази, що гідролізують крохмаль. Додавання в опару або дріжджове тісто 0,002-0,003% препарату амілази, тобто 20-30 г сухого препарату на 1 тонну борошна, «досконало змінює якість виробів: різко покращуються їх смак і аромат, забарвлення кірки, збільшується питомий об'єм, пористість, вміст цукру, покращується вся структура, а також режим тістознавства та перебіг процесу в цілому» [48].

Відбувається це тому, що фермент, розщепивши в певному степу ні крохмаль, збільшує вміст цукру в борошні. Бродіння, газоутворення та інші процеси відбуваються інтенсивніше і якість хліба стає трохи кращою. «За допомогою амілази можна суттєво покращити хлібопекарські властивості пшеничного та житнього борошна» [49]. Довгий час для покращення якості виробів із дріжджового тіста застосовували ферменти ячмінного солоду, червоного житнього солоду – російського національного покращувача хліба.

«Виробництво останнього дуже тривале (10-20 діб) і пов'язане зі втратою 20-25% сухої речовини зерна. Тому протягом ряду років проводилися дослідження із заміни високо-кондиційного зерна дешевшим джерелом ферментної сировини» [49].

Так, були розроблені ферментні препарати, виділені з культур мікроорганізмів – бактерій та цвілевих грибів. Особлива заслуга в цій галузі належить вітчизняним ученим [50]. Амілазу грибів виявилося можливим використовувати замість червоного житнього солоду. При цьому різко прискорюється процес приготування заварювання та покращується якість заварних сортів хліба. «Інтенсифікуються процеси бродіння, активується мікрофлора тіста, посилюється розмноження дріжджів, підвищується їх підйомна сила та газоутворення» [50].

Біохімічні хлібопекарські випробування ферментного препарату грибної амілази – амілоризину П10Х – показали, що з цілої серії подібних -препаратів (флавузин П10Х, терризин П10Х) він найбільш сприятливо впливає на реологічні властивості тесту та якість хліба [51, 52]. «Недоліком грибної амілази є її чутливість до дії підвищеної температури - навіть при +40°С за три години її декстринуюча здатність зберігається лише на 22-29%, а цукруюча - на 27%» [52]. У тістових напівфабрикатах завдяки захисній дії біополімерів борошна вона більш термостабільна, але і в цьому випадку стабільність при підвищеній температурі швидко зменшується.

При гранично допустимій для заварок температурі 50°С оптимум стабільності знаходиться в зоні pH 5,0-6,0, знижуючись при зміщенні pH як у

кислу, так і лужну сторону. «При додаванні амілорізину П10Х у виробничі заквашені заварки, де до моменту їх готовності досягається pH 3,3-3,8 та інгібуюча дія активної кислотності поєднується з підвищеною температурою, амілаза повністю інактивується» [52].

Таким чином, у напівфабрикати опару та тісто - препарат не вносять, чим і обмежується сфера застосування препарату. Бактеріальна амілаза в цих умовах більш стабільна, але теж поступається амілазі солоду.

«Також як і ферменти солоду, цвілевих грибів і бактерій , мають не тільки амілолітичну, а й протеолітичну активність» [53].

Властивості та якості виробів, а також перебіг процесу випікання залежать від стану білків борошна. Якщо до тесту додати деяку кількість препарату , що має протеолітичну активність, то відбувається неглибокий корисний гідроліз білкових речовин. «При цьому зменшується час замішування тіста, збільшується його розтяжність (пружність), полегшується машинна обробка тіста, виріб виходить з гарною структурою м'якуша» [53].

Вчені вивчали протеолітичну активність препарату, виділеного з глибинної культури Asporyzae. Активність його протеїназ проявляється у широкому діапазоні pH. «Перевагою протеїназ мікроорганізмів у порівнянні із зерновими є їхня досить висока амілолітична активність, завдяки чому в процесі приготування тіста відбувається накопичення амінокислот» [54]. Технологічне значення їх дуже велике як для забезпечення дріжджів харчуванням, так і для інтенсифікації утворили меланоїдинів у кірці при випіканні, що робить її рум'яною та ароматною.

У харчовій промисловості зарубіжних країн, наприклад США, «застосовуються протеїнази як рослинного, так і бактеріального походження» [55].

«До першої групи відноситься широко використовуваний папаїн, що отримується з латексу незрілих плодів папайї, та бромелін - із соку стебел ананаса» [55].

До другої групи належать препарати, які отримують з бактеріальних культур. Слід зазначити, що «ферментні препарати, що випускаються, в одних випадках містять тільки протеолітичні, в інших - протеолітичні та амілолітичні ферменти» [55].

«Сумарний ефект впливу подібних ферментів виявлятиметься як у зміні реологічних властивостей тіста, так і в накопиченні вільних амінокислот» [56].

Для інтенсифікації бродіння тестових напівфабрикатів використовують також препарати глюкоамілази – «ферменту, що гідролізує крохмаль не до мальтози, як у разі амілазу, а до глюкози» [57]. Введення препаратів глюкоамілази в тісто значно підвищує вміст глюкози, тобто. цукру, що безпосередньо зброджується дріжджами, і тим самим інтенсифікує процес зброджування, що дає можливість скоротити процес виробництва виробів з дріжджового тіста при одночасному збільшенні їх обсягу.

Препарати активної глюкоамілази отримують з цвілевих грибів, проведені з ними дослідження показують «можливість і доцільність використання їх для отримання гідролізатів пшеничного борошна з високим вмістом глюкози» [57].

Істотний інтерес становлять досліди застосування ферментних препаратів, що містять «ферменти, що гідролізують некрохмальні полісахариди (клітковину, геміцелюлози, пентозани) – целюлази та пентозаназі» [48]. Дослідження дії цих ферментних препаратів на хлібопекарські властивості пшеничного тіста показало, що вони впливають не тільки на вуглеводи, а й на білкові речовини тіста. При цьому відбувається деяке ослаблення клейковини, яка стає більш розтяжною, і обсяг збільшується.

Протягом десятків років проводилися дослідження з вивчення дії ферментних препаратів, виділених із цвілевих грибів та бактерій , на якість випічних виробів із дріжджового тіста, які показали гарні результати. І все ж останнім часом у літературі «з'являються відомості, що стосуються використання традиційних ферментних препаратів білого солодового

борошна, червоного ферментованого солодового борошна, заварного солоду і відроджуючі традиції знаменитого російського хлібопечення» [48].

При виробництві виробів з дріжджового тіста, як у нас, так і за кордоном, знаходить застосування використання комплексних покращувачів, що містять кілька компонентів з різними функціональними властивостями. Аналіз літератури показав, що «до складу багатьох відомих комплексних поліпшувачів включені ферментні препарати та окислювачі» [50].

Велика кількість комплексних покращувачів містить амілолітичні ферментні препарати або суміш їх з протеолітичними, а також ферментативно-активні продукти рослинного походження – солод, солодове борошно, соєве борошно або ферментні препарати на їх основі.

Використання солодових препаратів у складі комплексних поліпшувачів характерне для промисловості країн Європи. «Комплексні покращувачі на основі продуктів з липоксигеназною активністю розроблені -та використані у Великій Британії та США (покращувачі "Сойсвід", "Дік-сай", "Вітін", "Кіфлін" та ін.)» [57]. Як окислювач у складі відомих вулчшителів використовується аскорбінова кислота ("Панзим А", "Панзим С", Японія), а також бромат калію спільно або окремо з йодатом калію, азодикарбонамідом.

Дуже часто у складі комплексних покращувачів використовуються речовини відновної дії – бісульфіт або метабісульфат натрію. Спільне використання речовин окислювально-відновної дії характерне для покращувачів, які використовуються в США та Великобританії, традиційно для цих країн.

Поліпшувачі ж, розроблені в європейських країнах найчастіше містять ПАР (лецитин, моно- та дигліцериди жирних кислот ("Магілікс-36", "Бонус-Б", Франція; "Панодан", "Дімодан", Данія; "Фрідакс", Бельгія і т. д.).

У відомих англійських, японських або американських покращувачах обов'язковим компонентом є: мінеральні солі або їх суміші (хлорид натрію, карбонат кальцію, хлорид амонію, фосфорнокислий кальцій одно- і двох заміщений, сульфат кальцію, цитрат кальцію, триполіфосафат натрію).

Відомі покращувачі не тільки змінюють якість виробів, але й підвищують термін зберігання завдяки добавкам, що інгібують розвиток цвілевих грибів та іншої мікрофлори.

Більшість зарубіжних покращувачів містять наповнювачі, в якості -яких використовують набухаюче борошно або крохмаль, що набухає, вуглеводи, оцукровену і житнє борошно. Ряд покращувачів містять моно-і дисахариди - глюкозу, сахарозу, лактозу. «Деякі виробляються з добавками , що підвищують харчову цінність: сухе молоко, неактивні дріжджі – ароматизатори» [57]. Комплексні покращувачі виробляють у вигляді паст або порошків. «Їхнє дозування коливається в межах від 0,055-0,088 % до 1-3 % до маси борошна в залежності від їх складу та властивостей самого борошна, а також від рецептури виробу» [57].

Важливе значення має спосіб запровадження покращувача. Іноді їх змішують з борошном прямо на млині. На підприємствах вносять у вигляді розчинів, суспензій, іноді в сухому вигляді. Вітчизняні комплексні поліпшувачі – це комбінації ферментних препаратів (П10Х або Г20Х) та мінеральних солей (сульфат амонію, триполіфосфат натрію, пірофосфат натрію). Одні з найвідоміших комплексних покращувачів – УКХ-2 та УКХ-4.

1.4 Збагачення виробів із пшеничного борошна рослинними добавками

Найбільш великі у літературі відомості, що стосуються збагачення борошна продуктами природного рослинного походження. Цей спосіб збагачення є безперечними перевагами перед збагаченням хімічними препаратами, оскільки у всіх натуральних продуктах мінерали , білки, вітаміни знаходяться у природних співвідношеннях і у вигляді природних сполук. «Хоча проблема збільшення білка в раціонах харчування є проблемою першорядної важливості, їй присвячено багато досліджень» [58-60].

Не менш важливою є проблема збагачення звичних продуктів комплексом вітамінів, які є регуляторами більшості життєвих процесів, що

протікають в організмі людини. У «порівнянні з іншими поживними речовинами – білками, жирами, вуглеводами – вітаміни потрібні в мізерно малих кількостях і виконують в організмі каталітичні функції» [61].

Основним постачальником вітамінів для людини та тварин є рослина, де вони синтезуються.

Людина отримує вітаміни або безпосередньо з продуктів рослинного походження або з харчових продуктів тваринного походження, в яких вітаміни були попередньо накопичені з рослинної їжі.

У зв'язку з цим останнім часом з'явилося безліч робіт, присвячених збагаченню продуктів харчування рослинними добавками. Раніше подібним способам збагачення харчових продуктів приділялося дуже мало уваги. Не останнє місце серед цих робіт займає проблема вітамінізації виробів з пшеничного борошна шляхом введення в сировину або напівфабрикат рослинних добавок. Слід зазначити, що основна заслуга у цьому напрямі належить вченим вітчизняної школи. Дослідження ведуться за декількома напрямками, серед яких один з основних пов'язаний з використанням сировини з плодів та ягід.

Харчова цінність різних плодів і ягід зумовлена їх хімічним складом. «У них містяться необхідні людині вуглеводи, органічні кислоти, азотисті, мінеральні, пектинові, дубильні, ароматичні речовини, вітаміни, жири» [62]. Через свій склад продукти з плодів і ягід мають високі біологічні властивості.

У харчовій промисловості ряду країн застосовуються наповнювачі - соки з плодів та ягід, пюре, джеми, повидло, порошки, пектин, пасти.

Враховуючи багатий хімічний склад, цінні смакові та біологічні властивості продуктів із плодів та ягід, їх цілком можна використовувати для збагачення виробів із пшеничного борошна. В Україні її найбільше «застосування знаходять продукти з яблук і винограду, чільне місце належить яблукам (70 % всіх перероблюваних плодів і ягід)» [63].

Це пояснюється тим, що основними компонентами продуктів з яблук є вуглеводи (90 % сухої речовини соків і пюре, 57-70 % сухої речовини

порошків), цукру, клітковина, пектинові речовини, геміцелюлоза. З цукрів найпоширеніша фруктоза.

Білка в яблуках міститься мало (0,7-5% у самих плодах, 0,5-0,7% у соках та пюре, 4-6% у порошках). Якщо лімітує амінокислотою в муці є лізин, то в яблуках – метіонін + цистин, валін.

Пектинові речовини в яблуках розподілені нерівномірно – найбільша їх кількість зосереджена в насіннєвих камерах та шкірці. Вітаміни групи В, мікроелементи (натрій, калій, магній, кальцій, фосфор) присутні у формі, що легко засвоюється. У країнах СНД до 10 % продуктів з пшеничного борошна виготовляється із застосуванням продуктів з яблук. В Японії дуже популярні сорти печива з додаванням яблук, у Німеччині при приготуванні виробів з пшеничного борошна використовують пюре та порошки з яблук.

Особливо перспективний порошок із яблучних вичавків. «При додаванні його в кількості 5-10 % до маси борошна продукція з неї повільно черствіє, збільшується вихід, підвищується біологічна цінність» [64].

При додаванні в тісто яблучних продуктів їх компоненти значно впливають на біохімічні, колоїдні, мікробіологічні процеси в тісті. У цих умовах для отримання продуктів високої якості необхідна увага до дозування, умов технологічного процесу, стадій внесення добавки. Яблучні продукти інтенсифікують газоутворення , покращують підйомну силу тіста.

Ступінь інтенсивності бродіння збільшується зі збільшеним концентрацією добавки (підвищення вмісту моносахаридів) гідроліз крохмалю поглиблюється через наявність ферментів. При цьому знижується розпливаність тіста, знижується гідратація клейковини, розтяжність, зміцнюється клейковина. Однак яблучні добавки мають і серйозні недоліки, головний з яких є потемніння м'якуша.

Дуже близькими, до описаних вище, є методи виробництва продуктів з пшеничного борошна з добавками виноградного соку. У ньому міститься багато цукрів (13,5-25,6 % на сиру речовину), основний з яких – глюкоза.

Крім того, сік багатий на поліфенольні сполуки (флавоноїди, катехіни, антоціани), вітамінами РР, групи В, калієм. З виноградних продуктів широко використовується родзинки. Добавка виноградного соку також інтенсифікує бродіння, скорочує дозрівання тіста, уповільнює черствіння продукту.

«Крім яблучних і виноградних продуктів як вітамінізуючі добавки до пшеничного борошна використовуються також пюре» [65] і «порошки з овочів – моркви, капусти, буряків, картоплі» [66]. Такі продукти особливо цінні для жителів Півночі, раціони харчування яких, обідні свіжими овочами.

Останнім часом дослідження ряду вчених спрямовані на зменшення «вмісту жирів у рецептурах низки хлібобулочних та кондитерських виробів з метою зниження їх калорійності» [67]. Дія жирів імітується за допомогою яблучної мезги, кукурудзяної патоки, сушених томатів. Борошнисті кондитерські вироби з добавками фруктово-овочевих порошків мають здатність виводити токсичні важкі метали та радіонукліди з організму людини.

«Для лікувально-профілактичних цілей запропоновані також сорти виробів, що містять біологічно активні речовини, попередньо виділені з рослин, наприклад, каротиноїди» [68], які не тільки збагачують продукти провітамінами А, але і виконують функції профілактики ракових захворювань.

Один із сучасних, інтенсивно розвиваються напрямів дослідження способів підвищення біологічної цінності продуктів із пшеничного борошна – це збагачення її концентратами із зелених частин рослин . Так, «для підвищення біологічної цінності продуктів з пшеничного борошна було дослідниками запропоновано додавати в борошно або тісто порошок, отриманий подрібненням сухого листя і стебел кропиви – рослини, що здавна використовується в харчових цілях» [69], «свіжого листя кропиви, селери, подорожника кількості 0,5% до маси пшеничного борошна» [70].

Дуже близьким до цього методу підвищення біологічної цінності продуктів з пшеничного борошна є додавання до напівфабрикату препарату з кореня солодки, що має потужну антиалергічну дію. Продукти, отримані подібним чином, можуть служити для дієтичного та профілактичного

харчування. Іноді при виробництві дієтичних сортів виробів замість сахарози використовується сироп із сорго цукрового, що знижує вміст вуглеводів у продукті.

Використовується останнім часом концентрат з морських водоростей, що містить у складі амінокислоти, білки, вітаміни, пектинові речовини. Найчастіше досліджується у цьому напрямі морська капуста. Для районів Крайньої Півночі розроблено спеціальний сорт хліба з добавкою порошку з морської капусти. «Цей хліб містить альгінову кислоту, здатну виводити з організму радіонукліди, тому особливо рекомендується працівникам атомних станцій» [71].

Заслуговують на увагу і розроблені сорти хліба, що використовуються в профілактичних цілях з «добавками водоростей ламінарії та цистозіри, порошок яких, або виділені з них активні речовини – альгінати натрію та кальцію – при додаванні в кількостях 3-5 % до пшеничного борошна покращують як якість виробів, і підвищують їх біологічну цінність» [72].

Особливий інтерес викликають дослідження, спрямовані на використання як добавок деяких відходів харчової промисловості для збагачення хлібних продуктів вітамінами, антиоксидантами та поліпшення їх зовнішнього вигляду. Таким чином, напрямок, пов'язаний з вітамінізацією хлібобулочних і кондитерських виробів шляхом збагачення їх натуральними рослинними добавками широко розвивається в даний час і є найбільш перспективним.

1.5 Мета і завдання досліджень

Метою наукових досліджень є обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу.

Об’єкт досліджень – продукти переробки анісу, борошняні вироби.

Предмет досліджень – технологія виробництва хлібобулочних виробів.

Відповідно до поставленої мети дослідження необхідно виконати наступне:

1) провести визначення харчової цінності продуктів переробки анісу;

2) дослідити амілолітичну активність борошна із сухого листя анісу;

3) визначити оптимальну концентрацію борошна із сухого листя анісу;

4) обґрунтувати співвідношення рецептурних компонентів борошняного виробу з додаванням продуктів переробки анісу.

Висновки по розділу.

У зв'язку з вищесказаним, перспективним, напрямом досліджень є використання біологічно-активних та ароматичних добавок з концентратів зелених частин рослини анісу та насіння при виробництві дріжджового тіста з метою підвищення його поживної цінності та розширення асортименту хлібобулочних виробів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд взаємозалежних завдань, що забезпечують високі якісні показники виробів із пшеничного тіста.

Проведений аналіз матеріалів науково-технічної та патентної літератури показав необхідність та доцільність використання смако-ароматичних та біологічно активних добавок для підвищення якості борошняних виробів.

Накопичений історичний досвід, а також деякі приклади використання анісу при виготовленні низки харчових продуктів, борошняних кондитерських виробів дозволяє припустити, що добавки цієї рослини будуть перспективними як покращувачі виробів з дріжджового тіста.

Завдання виглядає ще більш актуальним, оскільки описаний вид рослини характерний для вирощування в Україні. На нашій землі відомий з часів Київської Русі, але у значних кількостях почав вирощуватися разом з коріандром лише з XIX століття. Поширений (в Лісостепу і Степу) – тільки в культурі або як здичавілий, надзвичайно легко культивується , не токсичний, має високу врожайність, що знижує її вартість і робить екологічно доцільним використання як харчової добавки.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика об’єктів дослідження

Для проведення експериментальних робіт об'єктами дослідження були: борошно пшеничне, зелена маса анісу, зелене листя анісу різних років урожаю (2021-2023рр), борошно з сухого листя анісу, борошно з насіння анісу.

Пшеничне борошно. Дослідженням зазнало пшеничне борошно п'яти зразків вищого ґатунку середнє за якістю (ДСТУ 3768:2019) урожаю зерна 2021-2023 рр. характеристика яких наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика зразків пшеничного борошна вищого ґатунку середньої сили

№ зразку	Рік урожаю	Вміст основних речовин, %		
		волога	зольність	білок
1	2021	14,1	0,45	11,2
2	2022	14,2	0,51	11,2
3	2023	14,4	0,51	11,5

Зелена маса анісу. У дослідженнях використовувалося зелене листя анісу врожаю 2021 року, у віці рослини відповідно 1, 2, 3, 4, 5 місяців, характеристика якої наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика листя анісу різного віку

Найменування показника	Вік рослини, міс.				
	1	2	3	4	5
зольність, %	3,2	4,3	5,2	5,9	6,6
вітамін С, мг%	9,5	28,5	102,6	221,4	338,3

Зелене листя анісу врожаю рослини 2021-2023 рр. у віці 5 місяців , характеристика якої наведена у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика листя анісу врожаю 2021-2023 рр.

№ зразку	Рік урожаю	Вміст основних речовин	
		зольність, %	вітамін С, мг%
1	2021	6,0	338,3
2	2022	6,2	338,1
3	2023	5,7	338,5

Борошно із сухого листя анісу. У дослідженнях використовувалося борошно із сухого листя анісу врожаю рослини 2021-2023 рр. у віці 5 місяців, характеристика якої наведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика борошна із сухого листя анісу

№ зразку	Рік урожаю	Вміст основних речовин	
		зольність, %	вітамін С, мг%
1	2021	32,1	138,2
2	2022	32,0	142,5
3	2023	33,1	137,2

Борошно з насіння анісу. У дослідженнях використовувалося борошно з насіння анісу врожаю 2021-2023 рр. Характеристика наведена у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристика борошна із насіння анісу

№ зразку	Рік урожаю	Вміст основних речовин		
		зольність, %	волога, %	білок, %
1	2021	2,7	11,2	12,6
2	2022	2,5	10,5	12,2
3	2023	2,3	11,1	12,5

Борошно із зразків анісу було отримано шляхом подрібнення останніх на лабораторному млинку ТОВ «Оліс».

Водні витяжки ферментних препаратів та водні розчини крохмалю та желатину готували за відомими методиками [73].

Для приготування напівфабрикатів та готових виробів із застосуванням препаратів анісу використовували:

- меланж;
- цукор-пісок та сіль кухонну;
- маргарин столовий;
- сіль кухонну;
- дріжджі хлібопекарські пресовані.

2.2 Характеристика методів дослідження

При дослідженні хімічного складу анісу визначали вміст вологи, білка, жиру, вуглеводів, деяких вітамінів та мінеральних речовин у різних частинах рослини (насінні, зеленій масі, борошні з сухого листя, борошні з насіння анісу різних років урожаю 2021-2023 рр.).

Кількість вологи та сухих речовин визначали шляхом висушування зразків у сушильній шафі при температурі 105 °С до постійної маси в попередньо висушених бюксах [74] (ГОСТ 8756.2-82).

Вміст білка визначали методом К'ельдаля [75]. Кількість жиру визначали за екстракційно-ваговим методом Сокслета в модифікації Рушковського [76].

«Кількість золи визначали спалюванням органічної частини навішення досліджуваного зразка з прожарюванням мінерального залишку в печі муфельної при температурі 450 - 600°С» [75].

Кількість клітковини знаходили методом Кюршнера і Ганека [76]. «Визначення фосфору проводили фотоколориметричним методом із побудовою калібрувальної кривої» [75].

«Вміст заліза визначали фотоколориметричним методом інтенсивності фарбування розчину при реакції його з сульфосаліциловою кислотою в лужному середовищі» [77] з попередньою побудовою калібрувальної кривої.

«Вміст вітаміну С визначали об'ємним методом при титруванні витяжки розчином натрієвої солі дихлорфеноліндофенолу» [77].

Визначення сумарної активності амілази (метод Бенделоу) [78]. *Реактиви:*

- *5%* -ний розчин ферментної витяжки;
- дистильована вода;
- 0,1% розчин NaOH;
- цитратний буфер;
- реактив Фелінга.

Техніка виконання:

До 5 мл 5%-ної ферментної витяжки додають 2 мл дистильованої води і 3 мл цитратного буфера (21,008 г лимонної кислоти і 200 мл 1 N розчину NaOH в мірній колбі на 1 л доводять до мітки, 700 мл цього розчину змішують 0,1 N розчину NaOH).

«До реакційної суміші додають 10 мл 2% розчину крохмалю, нагрітого до 40 °С. Суміш нагрівають при цій температурі протягом 15 хв, відбирають пробу та аналізують її на вміст мальтози за відомою методикою з використанням реактиву Фелінгу» [78].

Відбір проб пшеничного борошна проводили відповідно до ГОСТ 5904-82. «Вміст клейковини в борошні визначали за стандартною методикою» [79].

Розтяжність клейковини визначали за Козьминою – Кранцом [79]. «Газоутворювальну здатність тіста після замісу визначали за допомогою приладу Яго-Островського» [79].

Пробні випічки здійснювали згідно з ГОСТ 9404-60 стандартним методом. Відбір проб готових виробів дослідження проводили згідно з ГОСТ 5667-65. Масу та питомий обсяг виробів визначали за відомою методикою

[79]. Пористість м'якуша оцінювали за ГОСТ 5669-51, вологість - за ГОСТ 21094-75.

При дослідженні якості та харчової цінності готових виробів визначали вміст у них вологи, основних речовин, незамінних амінокислот , мінеральний і вітамінний склад Паралельно з розробленими видами продукції як контрольні зразки досліджували вироби, приготовані за традиційною рецептурою. Кількість вологи, золи, вітамінів А, Е та С, а також фосфору та заліза визначали методами, описаними вище.

Висновки по розділу.

В розділі наведено характеристику сировини, що використовувалась під час проведення дослідження: пшеничне борошно, продукти переробки анісу – зелена маса, листя, насіння анісу.

Описано методики, якими користувалися при дослідженні хімічного складу анісу, визначали вмісту вологи, білка, жиру, вуглеводів, деяких вітамінів та мінеральних речовин у різних частинах рослини (насінні, зеленій масі, борошні з сухого листя, борошні з насіння анісу різних років урожаю 2021-2023 рр.).

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Як випливає з вищенаведеного огляду літератури, рослини є найбільш перспективними як добавки, що підвищують біологічну цінність виробів з дріжджового тіста. З деяких рослин можна виділити дуже активні ферментні препарати, які будуть абсолютно нешкідливі для людини і зможуть замінити дорогі імпортні засоби. Найбільш перспективними видаються в цьому напрямку аніс – рослина, поширена в багатьох кліматичних поясах, «за винятком районів Крайньої Півночі, оскільки в літературі є численні згадки про використання його в якості харчової сировини» [72].

3.1 Вивчення харчової цінності продуктів переробки анісу

Дослідження були спрямовані на вивчення насіння анісу і побудовані за звичайною для сімейства зонтичних схемою, тобто на аналізі сировини, з метою встановлення вмісту в ньому білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, деяких вітамінів. Попередньо насіння анісу подрібнювали до тонкого борошна, яке має приємний ароматний квітковий смак і запах.

Результати аналізів наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад насіння анісу

№	Найменування показника	Од. вимір.	Розмір показника	
			для насіння анісу	для насіння пшениці
1.	білок	%	12,10	12,10
2.	жир	%	5,20	1,50
3.	вуглеводи заг.	%	56,10	66,40
4.	клітковина	%	2,30	3,30
5.	цукроза	%	5,10	2,40
6.	зола	%	2,20	1,60
7.	волога	%	11,40	11,20

Продовження табл. 3.1

№	Найменування показника	Од. вимір.	Розмір показника	
			для насіння анісу	для насіння пшениці
8.	каротиноїди	мг%	0,37	сліди
9.	вітамін Е	мг %	0,71	1,20
10.	залізо	мг %	19,30	1,40
11.	фосфор	мг %	380,40	86,30

Досліджено вміст у мінералізаті насіння заліза та фосфору , як елементів, вкрай необхідних для життєдіяльності організму та наявність яких у харчових продуктах є однією з основних характеристик їх біологічної цінності.

Отримані дані щодо вмісту згаданих речовин у насінні анісу істотно відрізняється від усього набору злакових. Так, за вмістом фосфору насіння анісу можна поставити в ряд із горохом (329 мг %), пшоном (233 мг %), гречаною крупою (298 мг %). За вмістом заліза насіння анісу можна порівняти лише з плодами шипшини (28 мг %), у злакових же леза міститься значно менше.

Не менш цікаві дані було отримано, досліджуючи вітамінний склад продукту. Серед вітамінів особливе місце займають вітамін А і вітамін Е, які грають виключно важливу роль у забезпеченні багатьох життєвих функцій організму.

Оскільки насіння досліджуваної рослини має забарвлену оболонку , ми припустили, що вони можуть бути збагачені провітамінами А, хоча «не можна було виключити і альтернативну причину забарвлення – наявність дубильних речовин» [75]. Слід зазначити, що вміст каротиноїдів не характерний для злакових. Наші припущення виявилися вірними. Аналіз показав вміст каротиноїдів 0,19 мг % (порівн., картопля – 0,2…0,3; молоко – 0,5… 0,7 мг %), а добова потреба людини становить 1,5 мг.

Вітамін Е (токоферол) також є вкрай важливим у раціоні харчування. Нестача його в організмі призводить до важких біохімічних порушень, зокрема, до безпліддя та дистрофії [77]. У 60-х роках широкого поширення набула «теорія антиокислювальної дії токоферолів, згідно з якою в організмі ці речовини, так само як і в дослідах in vitro, виконують роль антиоксидантів, що перешкоджають процесу перекисного окислення ліпідів, що є основним будівельним матеріалом клітинних мембран» [75].

Такі процеси в організмі відповідальні за виникнення злоякісних новоутворень, тому збагачення харчових продуктів природними антиоксидантами сприяє профілактиці канцерогенних захворювань, що особливо важливо в регіонах з неблагополучною екологічною обстановкою. Особливо багаті на вітамін Е зародки злакових і зелене листя рослин. Вони містяться в борошні грубого помелу, у квасолі, гороху, лляному та бавовняному маслі, а також у м'ясі, печінці і т.д. Порівняльний аналіз наведено на рис. 3.1.

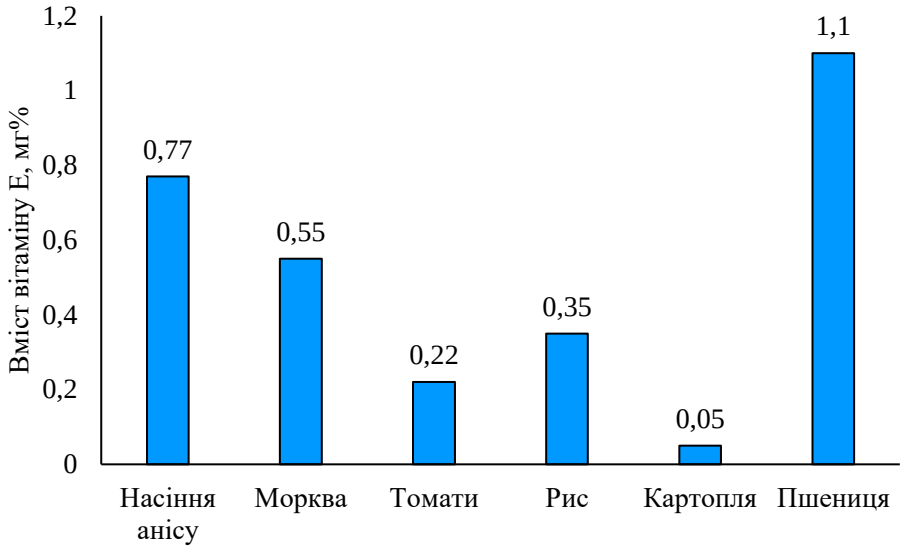

Рисунок 3.1 – Вміст вітаміну Е в різній сировині

Аналіз насіння показує, що наявність вітаміну Е в них становить 0,77 мг% (порівн., в мг%: морква - 0,55; томати - 0,22; рис-0,35; картопля - 0,05; пшениця-1,1). Як видно з порівняльних даних, насіння анісу може бути

повноцінним джерелом вітаміну Е, «добова потреба людини, в якій становить 39 - 40 мг» [75].

Порівнюючи отримані дані, зі знайденими в літературі, за складом пшеничного зерна, можна сказати, що насіння анісу багато в чому нагадує зерно пшениці. Проте мінеральних речовин у насінні анісу майже вдвічі більше.

Отримані закономірності при дослідженнях дозволили провести докладніший аналіз зеленої маси зрілої рослини, дані якого представлені в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад листя анісу у віці 5 місяців

Найменування показника	Одиниці вимірювання	Розмір показника
білок	%	5,2
волога	%	81,4
зола	%	6,2
вітамін С	мг%	338,6
каротиноїди	мг%	8,2
вітамін Е	мг%	9,4
фосфор	мг%	153,
залізо	мг%	19,2

Досить велика кількість золи в листі анісу вказує на підвищений вміст мінеральних речовин. І справді, фосфору та заліза в зеленій масі рослини так само багато, як і в насінні.

За вмістом фосфору і заліза, аніс не можна порівняти, з жодним салатним овочем (зелень петрушки: Р – 26 мг%; Fe – 0,8 мг%). Але найцікавіші результати стосуються вітамінного складу сировини. За вмістом вітаміну С аніс поступається лише шипшині (1500 - 2000 мг%) і порівняємо з чорною смородиною (300 мг%). Інші овочі та фрукти містять цей вітамін у набагато менших кількостях. За вмістом каротиноїдів лист анісу найближче до моркви (9 мг %), а «за вмістом вітаміну Е взагалі не має аналогів серед рослинної сировини, за винятком зародків кукурудзи та пшениці» [76].

Аналізуючи отримані дані, в першу чергу слід звернути увагу на надзвичайно високий вміст білка (5,8%). Порівняльний аналіз з іншою сировиною наведено на рис. 3.2.

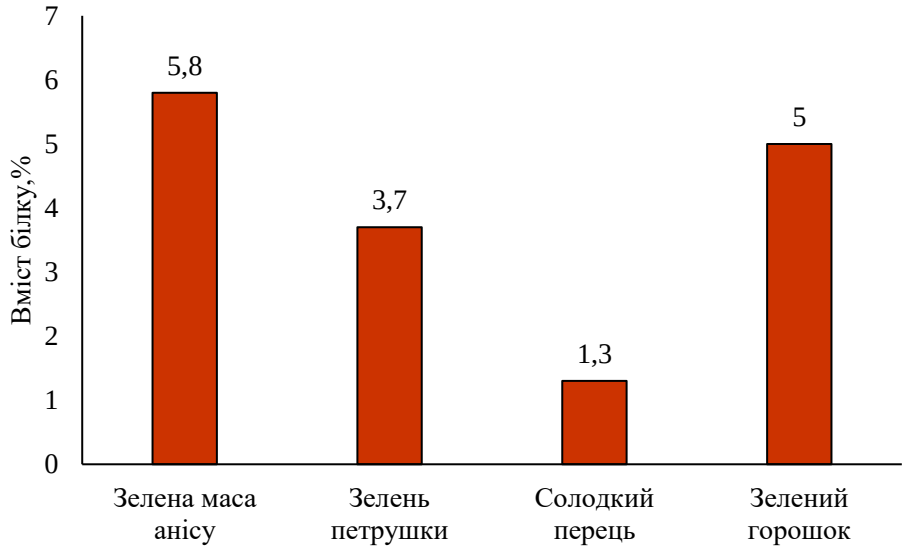

Рисунок 3.2 – Вміст білку в зеленій масі різної сировини

Як видно з рис. 3.2, вміст білку в зелені анісу набагато більше ніж у іншої зеленої сировини (для порівняння, зелень петрушки – 3,7; солодкий перець – 1,3; зелений горошок – 5,0%). Якщо кількість білка в анісі взяти в перерахунку на суху речовину складе 31,1%. Це дозволяє рекомендувати збагачення вуглеводів пшеничного борошна препаратами із сухого листя анісу.

Результати аналізу хімічного складу насіння і зеленої маси анісу переконують у більшій перспективності останнього як добавку, що покращує харчову цінність продуктів.

Однак проти безпосереднього використання зеленої маси рослини є одне дуже серйозне заперечення, а саме, труднощі заготовки про запас і зберігання цієї сировини. У разі можливого використання цієї добавки в сухому вигляді цей недолік був би усунений, але для цього необхідно було провести додаткові дослідження з вивчення хімічного складу листя анісу в період і після висушування, тривалого зберігання. Було проведено аналіз хімічного складу подрібненого сухого листя анісу відразу ж після висушування та після

зберігання його протягом місяця та року в закритій ємності без доступу світла та при кімнатній температурі. Результати досліджень наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сухого листя анісу

Найменування показника	Од. вимір.	Розмір показника		
		відразу після висушування	через місяць	через рік
білок	%	31,2	30,7	30,6
зола	%	32,1	32,1	33,2
вітамін С	мг%	138,1	131,2	120,6
каротиноїди	мг%	46,0	45,9	45,5
вітамін Е	мг%	50,5	50,3	50,0
фосфор	мг%	822,3	822,7	822,7
залізо	мг%	104,1	104,3	104,4

Як показують отримані результати, м'яке висушування і зберігання отриманого борошна практично не позначається на вмісті біологічно активних речовин в ньому, за винятком, як цього і слід очікувати, вітаміну С. При висушуванні листя вітамін С руйнується, але не до кінця – достатня кількість його залишається і зберігається при тривалому зберіганні.

У результаті проведених досліджень цілком очевидним видається той факт, що аніс є найбагатшим джерелом цінних біологічно активних речовин, виходячи з історичного досвіду використання його багатьма народами в їжу. Однак, хоча цей досвід побічно і свідчить про повну нешкідливість і не токсичність цієї рослини, необхідно було підтвердити це експериментально.

3.2 Визначення впливу добавок продуктів переробки анісу на показник якості борошна

При використанні пшеничного борошна з низькою амілолітичною активністю до нього додають препарати активної амілази, до яких належить ячмінний солод, препарати грибної амілази (амілосубтилін Г20Х). Препарати

грибної амілази значно покращують якість готових випечених виробів, прискорюють процес приготування тіста, здійснюючи гідроліз крохмалю борошна.

Нами були проведені дослідження амілолітичної активності сухого листя анісу з використанням модельного субстрату 2%-ого розчину частково декстринізованого крохмалю. Активність ферментного препарату оцінювали за кількістю мальтози, що утворюється в реакційній суміші, продукту глибокого гідролізу крохмалю.

Ферментний препарат використовували у вигляді:

- борошна, отриманого із сухого листя анісу;
- 5%-ої водної витяжки.

У лабораторній практиці набув широкого поширення метод диференційованого визначення амілаз інактивуванням однієї з них. При нагріванні ферментної суміші протягом 15 хв. при 70°С α-амілаза майже повністю зберігається.

Визначена таким чином кількість цукрів, що редукують, характеризує активність α-амілази, активність же β-амілази визначають як різницю між сумарною активністю і активністю α-амілази. Дані щодо активності α- і β-амілаз, а також їх сумарної амілазної активності наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати визначення активності амілаз борошна із сухого листя анісу

№	Ферментний препарат	Активність амілаз (мальтозне число)
1	5%-ва водна витяжка з сухого листя анісу з неінактивованою β -амілазою	12,2
2	5%-ва водна витяжка з сухого листя з інактивованою β-амілазою	1,2
3	Розрахункове значення активності β-амілази	1,4

Судячи з даних табл. 3.4 активність α -амілази в сухому листі анісу вкрай низька, що повністю узгоджується з літературними даними про малу активність α-амілази в рослинній сировині [43].

Тому надалі, досліджуючи дію ферментного препарату, що вивчається, на різні субстрати, можна без будь-якої шкоди знехтувати α-амілазою, проводячи сумарне визначення активності амілазного комплексу. Детальні експериментальні результати цих досліджень наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Гідроліз крохмалю під дією амілаз сухого листя анісу

№	Субстрат	Ферментний препарат	Активність амілаз (мальтозне число)
1	2%-ний розчин крохмалю	5%-ва водна витяжка ячмінного солоду	17,0
2	2%-ний розчин крохмалю	5%-ва водна витяжка із сухого листя анісу	12,1
3	2%-ний розчин крохмалю	5%-ва витяжка із сухого листя анісу на розчині хлориду кальцію (Ca ~ 0,01 г/л)	15,7

Отримані результати дали підставу провести дослідження амілолітичної активності листя анісу на борошно пшеничне. Однак якщо «для дослідження ферментної активності сировини на модельних субстратах встановлені певні правила, що передбачають використання 5%-ної водної витяжки ферментної сировини» [43], то перш ніж досліджувати вплив сухого препарату на амілолітичну активність пшеничного борошна, необхідно було вибрати оптимальну концентрацію добавки.

3.2.1 Визначення концентрації борошна із сухого листя анісу

За основу при виборі концентрації борошна із сухого листя анісу було прийнято три положення:

– по-перше, кількість добавки має бути достатньою, щоб відчутно позначитися на вітамінному та мінеральному складі пшеничного борошна;

– по-друге, воно повинно бути таким, щоб передозування не погіршило реологічних властивостей тіста, приготованого з борошна, що містить до бавку;

– по-третє, концентрація добавки повинна бути такою, щоб вона не суттєво впливала на колір борошна, і, як наслідок, на колір м'якішу виробу.

Залежність вмісту основних біологічно активних речовин у пшеничній борошні від концентрації добавки, що вводиться, наведена в таблиці 3.6 (дані отримані розрахунковим шляхом).

Таблиця 3.6 – Вміст біологічно активних речовин в пшеничному борошні залежно від кількості добавки борошна із сухого листя анісу

№	Концентрація добавки, %	Вміст у борошні БАР, %					
		білок, %	віт С, мг%	β-каротин, мг%	віт Е, мг%	Р, мг%	Fe, мг%
1	0	12,3	-	-	1,13	86,6	1,8
2	0,25	12,4	0,33	0,13	1,22	88,5	1,4
3	0,5	12,2	0,72	0,27	1,36	90,4	1,6
4	0,75	12,5	1,05	0,33	1,55	92,8	1,3
5	1,0	13,2	1,47	0,57	1,64	94,6	2,5
6	2,0	13,4	2,86	1,09	2,12	102,5	3,4

Як видно з наведених у табл. 3.6 даних, малі концентрації добавки препарату анісу до пшеничного борошна практично не позначаються на його якісному складі і лише починаючи, з концентрації в 1% добавка має відчутний вплив на біологічну цінність субстрату.

Таким чином, введення добавки борошна анісу в кількості менше 1% є недоцільним. З іншого боку, концентрація препарату в 1% і вище можуть

погіршити хлібопекарські переваги пшеничного борошна і, звести нанівець позитивний результат, отриманий від його збагачення.

Як критерій хлібопекарської якості пшеничного борошна було обрано якість його клейковини, що визначається по розпливанню кульки з 10 г клейковини після годинного відлежування [79]. Дані щодо розпливання кульки клейковини, відмитої з пшеничного борошна, що містить різні концентрації препарату із сухого листя анісу, наведено на рис. 3.3.

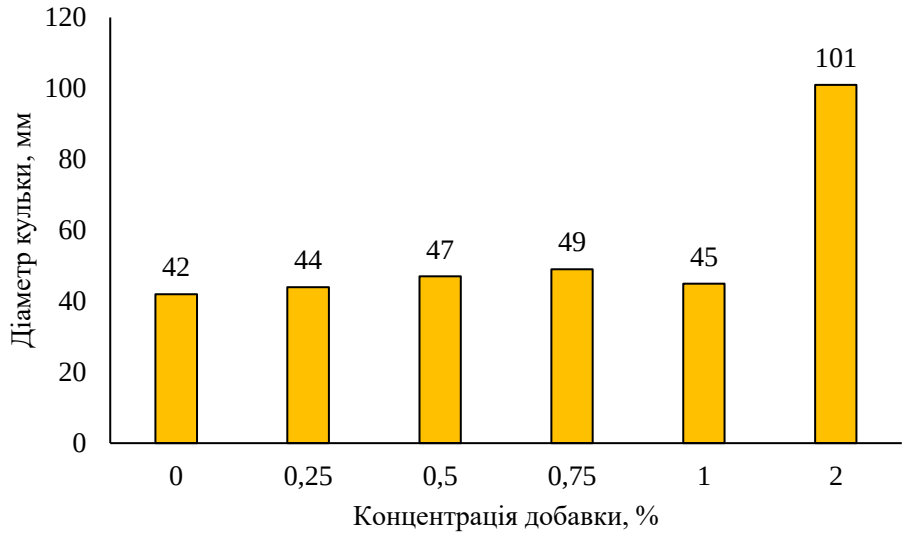

Рисунок 3.3 – Залежність розпливання кульки клейковини, відмитої з пшеничного борошна, від концентрації добавки анісу

Як випливає з даних рис 3.3, введення добавки анісу в кількості менше 1% є недоцільним. З іншого боку, концентрація препарату 1% погіршує хлібопекарські якості пшеничного борошна, тому як критерій хлібопекарської якості пшеничного борошна, ми вибрали якість його клейковини.

Вивчаючи вплив добавки препарату анісу на білизну борошна, було проведено визначення білизни та відтінку борошна з добавками різної концентрації на приладі ФПМ-1. Дані визначення наведено у табл. 3.7.

Судячи з отриманих даних, можна зробити висновок, що добавка борошна з сухого листя анісу в незначних концентраціях (до 0,5%) практично не позначається на відтінку пшеничного борошна – колір його не відрізняється

від кольору без добавок.

Таблиця 3.7 – Показники білизни пшеничного борошна з добавками анісу (в умовних одиницях шкали приладу ФПМ-1)

№	Концентрація добавки, %	Показники при світлофільтрі		Відтінок за номограмою
		СЗС-7	ОС-14	
1	0	14	26	білий
2	0,25	15	27	білий
3	0,5	17	25	білий
4	0,75	22	24	сіруватий
5	1,0	24	32	кремовий
6	2,0	33	51	жовтий

Починаючи, з концентрації в 0,75% і до 1% добавки в борошні з'являється сіруватий відтінок, але «такий колір не виходить за рамки вимог, що пред'являються до пшеничного борошна вищого ґатунку» [79].

Збільшення добавки до 2% викликає досить різке потемніння борошна, що в одиницях шкали приладу вказує на кремовий і жовтий колір. Таким чином, отримані дані кольору пшеничного борошна з добавкою анісу свідчать на користь концентрації в 1%.

Підсумовуючи отримані результати, можна зробити висновок про те, що концентрація добавки анісу, що дорівнює 1 %, є оптимальною – з одного боку вона достатня для збагачення пшеничного борошна основними біологічно активними сполуками, з іншого боку – недостатньо велика для погіршення якості клейковини.

3.3 Обґрунтування кількості основних компонентів рецептури

За основу під час проведення дослідження було взято стандартну рецептуру хліба, виготовленого безопарним способом з добавками препаратів анісу. Рецептура наведена в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Рецептура тіста, що взята за основу

Сировина	Співвідношення компонентів, %
Борошно пшеничне з 1.0 % добавки анісу	100
Дріжджі пресовані	1,0
Сіль	1,5
Вода	60,0
Вологість борошна	14,5

Газоутворення в тісті при його бродінні є одним з найбільш важливих вихідних параметрів, що визначаються умовами проведення ряду технологічних стадій процесу одержання виробів із дріжджового тіста і від якого залежить якість готової продукції.

Було проведено дослідження утворення вуглекислого газу в процесі бродіння тіста, отриманого з використанням наведеної вище рецептури і добавок анісу. Типова картина бродіння безопарного тіста з борошна вищого гатунку наведено на рис. 3.4.

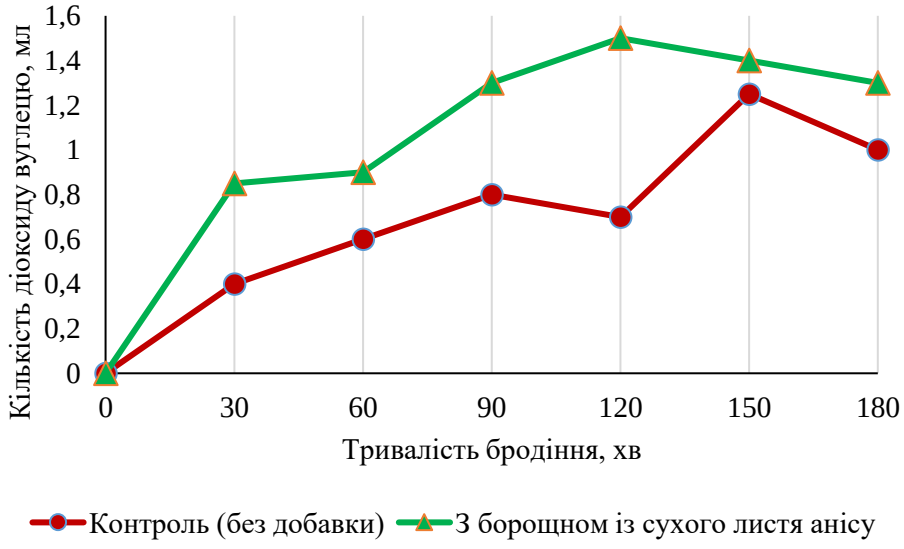

Рисунок 3.4 – Утворення CO_2 при бродінні тіста з добавками анісу

Бродіння без добавок характеризується уповільненням виділення CO_2 на другій годині бродіння і збільшенням на третій годині, пік найбільшої

кількості CO_2, що виділяється, припадає на 150 хв від початку бродіння. Внесення добавок борошна з сухого листя анісу не тільки збільшує інтенсивність виділення вуглекислого газу, а й значно зрушує максимум виділення CO_2 вліво, що говорить про скорочення часу бродіння тіста.

Отримані дані свідчать про те, що внесення досліджуваних добавок забезпечує сприятливі умови для живлення дріжджових клітин в ході всього бродіння і створює можливість скорочення витрати дріжджів у рецептурах виробів.

Для обґрунтування оптимальної концентрації дріжджів у рецептурі, що містить добавки анісу, було проведено дослідження процесів утворення вуглекислого газу при дозріванні тіста, що включає добавки та зменшеною порівняно зі стандартною рецептурою кількість дріжджів. Отримані результати наведені на рис. 3.5.

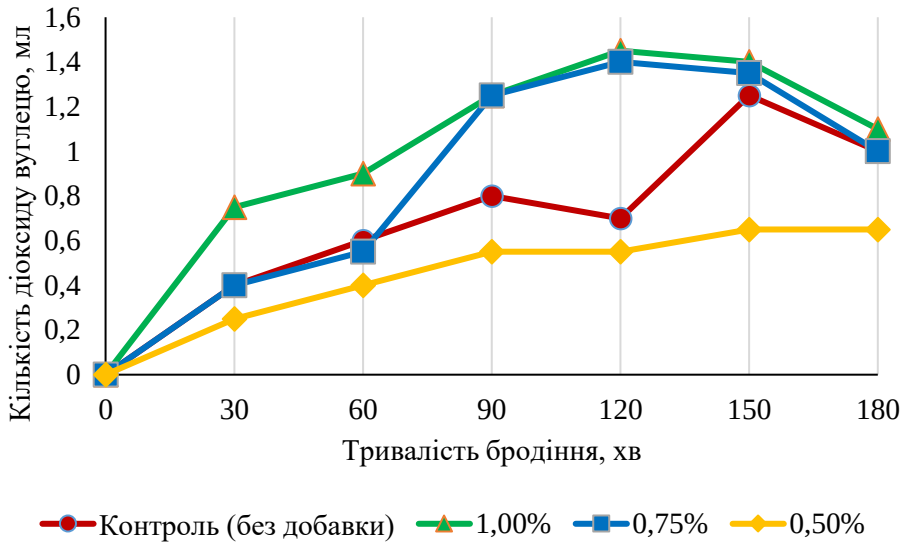

Рисунок 3.5 – Утворення діоксиду вуглецю при бродінні тіста з добавками 1% борошна із сухого листя анісу та різною кількістю дріжджів

Виходячи з кривих, що відображають динаміку утворення вуглекислого газу в тісті з різною кількістю дріжджів, можна зробити висновок, що процес дозрівання тіста, що містить добавку анісу і зменшену на чверть кількість дріжджів, протікає так само як і дозрівання контрольного зразка (без добавки

анісу, % дріжджів).

При подальшому зменшенні кількості дріжджів відбувається за повільним процесом газоутворення. Таким чином, додавання в тісто препарату анісу дозволяє зменшити в рецептурах кількість дріжджів без будь-яких збитків для якості напівфабрикату.

З іншого боку, якщо більш важливим для технології є скорочення часу приготування тіста, то можливе додавання звичайної за рецептурою кількості дріжджів, але при цьому різко зменшується період виділення вуглекислого газу до максимуму, що добре відображають результати дослідження.

Фізико-хімічні показники готових виробів, серед яких можна виділити об'єм виробу, пористість та стисливість м'якушу, титрована кислотність – є визначальними у розробці нової технології в хлібопеченні. Тому, для підтвердження отриманих вище даних, було проведено додаткові дослідження залежності показників якості готових виробів від кількості внесених дріжджів при виготовленні їх з борошна пшеничного з добавками анісу.

При проведенні цих експериментів були використані такі ж співвідношення компонентів, як і для дослідів з газоутворення, описаних вище. Отримані результати наведено у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Показники якості готових виробів в залежності від кількості внесених дріжджів

Вид добавки	Кількість дріжджів, %	Показник		
		Об’єм 100 г/мл	Пористість, %	Стискаємість, ум.о.
Без добавки (контроль)	1,0	293,3	75,3	25,8
Борошно із сухого листя анісу (1,0%)	1,0	358,4	78,6	36,3
	0,75	295,2	76,4	26,2
	0,5	281,5	68,7	23,3

Як видно з табл. 3.9, отримані вихідні параметри виробів з різною кількістю дріжджів знаходяться у повній відповідності з даними газоутворення.

Якщо дотримуватися традиційної рецептури, то добавки анісу дозволяють отримати вироби підвищеної якості більшого об'єму, з кращою структурою м'якушу. За умови зменшення кількості дріжджів у рецептурі на чверть добавки анісу дозволяють отримати при цьому вироби із заданими параметрами без погіршення якості.

Проведені дослідження для обґрунтування концентрації рецептурних - компонентів та вивчення їх ролі у процесі дозрівання тіста та випікання готових виробів свідчать, що було розроблено та науково обґрунтовано раціональні співвідношення компонентів, що дозволяють отримувати борошняні вироби необхідної якості при зменшеній витраті дріжджів. Уточнення вмісту в рецептурній суміші основних компонентів показує, що концентрація борошна, води, солі знаходиться в межах традиційної рецептури, а концентрація дріжджів знижується на 25 %.

Висновки по розділу.

Отримані дані щодо вмісту основних речовин у насінні анісу істотно відрізняється від усього набору злакових. Так, за вмістом фосфору насіння анісу можна поставити в ряд із горохом (329 мг %), пшоном (233 мг %), гречаною крупою (298 мг %). Встановлено, що насіння анісу може бути повноцінним джерелом вітаміну Е з вмістом 0,77 мг% (при добовій потребі в 39-40 мг).

Порівнюючи отримані дані, зі знайденими в літературі, за складом пшеничного зерна, можна сказати, що насіння анісу багато в чому нагадує зерно пшениці. Проте мінеральних речовин у насінні анісу майже вдвічі більше. При цьому вміст білку в зелені анісу набагато більше ніж у іншої зеленої сировини (для порівняння, зелень петрушки – 3,7; солодкий перець – 1,3; зелений горошок – 5,0%).

Результати аналізу хімічного складу насіння і зеленої маси анісу переконують у більшій перспективності останнього як добавку, що покращує харчову цінність продуктів.

Встановлено, що активність α -амілази в сухому листі анісу вкрай низька, що повністю узгоджується з літературними даними про малу активність α-амілази в рослинній сировині. При цьому досліджуючи дію ферментного препарату, що вивчається, на різні субстрати, можна без будь-якої шкоди знехтувати α-амілазою, проводячи сумарне визначення активності амілазного комплексу.

Визначено, що малі концентрації добавки препарату анісу до пшеничного борошна практично не позначаються на його якісному складі і лише починаючи, з концентрації в 1% добавка має відчутний вплив на біологічну цінність субстрату.

Зафіксовано, що введення добавки борошна анісу в кількості менше 1% є недоцільним. Добавка борошна з сухого листя анісу в незначних концентраціях (до 0,5%) практично не позначається на відтінку пшеничного борошна – колір його не відрізняється від кольору без добавок.

Отримані результати, можна зробити висновок про те, що концентрація добавки анісу, що дорівнює 1 %, є оптимальною – з одного боку вона достатня для збагачення пшеничного борошна основними біологічно активними сполуками, з іншого боку – недостатньо велика для погіршення якості клейковини.

Встановлено, що внесення добавок борошна з сухого листя анісу не тільки збільшує інтенсивність виділення вуглекислого газу, а й значно зрушує максимум виділення CO_2 вліво, що говорить про скорочення часу бродіння тіста. При цьому процес дозрівання тіста, що містить добавку анісу і зменшену на чверть кількість дріжджів, протікає так само як і дозрівання контрольного зразка (без добавки анісу, % дріжджів).

При подальшому зменшенні кількості дріжджів відбувається за повільним процесом газоутворення. Таким чином, додавання в тісто препарату

анісу дозволяє зменшити в рецептурах кількість дріжджів без будь-яких збитків для якості напівфабрикату.

Якщо дотримуватися традиційної рецептури, то добавки анісу дозволяють отримати вироби підвищеної якості більшого об'єму, з кращою структурою м'якушу. За умови зменшення кількості дріжджів у рецептурі на чверть добавки анісу дозволяють отримати при цьому вироби із заданими параметрами без погіршення якості.

Уточнення вмісту в рецептурній суміші основних компонентів показує, що концентрація борошна, води, солі знаходиться в межах традиційної рецептури, а концентрація дріжджів знижується на 25 %.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

На виробництві хлібозаводу існує кілька небезпечних чинників, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників. Один із таких чинників - це ризик вибуху, пов'язаний із використанням аміачних компресорів у холодильній установці, аерозольного транспорту, газу як палива та тиску в посудинах, включаючи теплообмінники.

Борошно на хлібозаводі зберігається у безтарному вигляді, а обладнання на складі БЗБ виготовлене з електропровідних матеріалів. Щоб запобігти розпиленню борошна, устаткування повністю герметизоване, зокрема в місцях з'єднання трубопроводів та стиків секцій, де застосовуються ущільнюючі прокладки.

Статична електрика може впливати на здоров'я працівників, і для її захисту вживаються такі заходи:

- «використання матерчатих фільтрів та обладнання із струмопровідних матеріалів, які прошиті мідним дротом та мають заземлення;

- включення всього обладнання до загального ланцюга захисного заземлення» [80].

Також встановлені покажчики рівня на ємностях для приготування та зберігання розчинів цукру та солі, і звукова сигналізація активується автоматично при досягненні заданого або критичного рівня.

Для забезпечення безпеки на хлібозаводі передбачено встановлення системи приливно-витяжної вентиляції в тістоприготувальному відділенні. «Для очищення внутрішньої поверхні секцій бродильного бункера використовують скребки на довгих держаках. Проведення очищення всередині бункера здійснюється двома працівниками за дозволом начальника зміни» [80].

Технологічний процес оброблення тіста включає ділення, формування, закатка і вистоювання тістових заготовок. Для дотримання правил охорони праці було розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1)

I. Основні небезпеки для оператора тістомісильної машини

- рухомі частини технологічного обладнання;
- підвищений рівень шуму;
- підвищена вологість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі;
- ураження електричним струмом
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі кромки, задирки і нерівності поверхонь обладнання, інструменту, інвентарю, тари;
- фізичні перевантаження;
- підвищений рівень вібрації на робочому місці;

II. Вимоги перед початком роботи

2.1. Надіти і застебнути санітарний одяг на всі гудзики (зав'язати зав'язки), не допускати звисаючих кінців одягу.
2.2. Перевірити оснащеність робочого місця необхідним для роботи обладнанням, інвентарем, пристроями та інструментом.
2.3. Підготувати робоче місце для безпечної роботи:
2.4. Перевірити зовнішнім оглядом:
2.5. Провести необхідну збірку обладнання, правильно встановити і надійно закріпити знімні деталі і механізми.
2.6. Перевірити справність пускорегулюючої апаратури і роботу тістомісильної машини на холостому ході.
2.7. Про всі виявлені несправності обладнання, інвентарю, електропроводки та інші неполадки повідомити свого безпосереднього керівника і приступити до роботи тільки після їх усунення.

III. Вимоги під час роботи

3.1. Включення електрообладнання виробляти тільки сухими руками.
3.2. Виміри температури і випробування тіста проводити тільки при повній зупинці робочого органу.
3.3. Стежити за справністю блокувальних пристроїв, не допускати навмисного виведення їх з ладу.
3.4. Щоб уникнути розпилення борошна при замісі стежити за герметичністю кришок тістомісильних машин і дозатора для борошна.
3.5. Дотримуватися норм завантаження тістомісильного апарату продукцією.
3.6. Вивантаження тіста з машини проводити механічним способом шляхом натискання відповідних кнопок "вивантаження" на пульті управління. Ручну очистку машини від залишків тіста здійснювати тільки після виключення машини і повного зупину робочого органу.
3.7. В разі потрапляння в опару або тісто сторонніх предметів зупинити машину і довести до відома керівника.
3.8. Стежити за чистотою робочого місця, не допускати його забруднення рідкою сировиною, напівфабрикатом, борошном.
3.9. Не залишати без нагляду працюючу машину, не доручати роботу з тістомісильною машиною ненавченим і стороннім особам.
3.10. Дотримуватися правил переміщення в приміщенні, користуватися тільки встановленими проходами.
3.11. Утримувати робоче місце в чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипані продукти, розлиту рідину.

IV. Вимоги після закінчення роботи

4.1. Слід вимкнути тістомісильну машину, дочекатися її повної зупинки, вийняти штепсельну вилку з розетки або відключити рубильником.
4.2. Ретельно вимити тістоміс гарячою водою з використанням миючих і чистячих засобів.
4.3. Зняти з себе спецодяг і вимити обличчя і руки з милом.
4.4. Відключити витяжну вентиляцію.
4.5. При наявності зауважень в роботі повідомити керівника.

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці для оператора тістомісильної машини

З метою захисту працівників від травм, робочий орган тістоподільника та головка подільника оснащені кришками, які блокуються пусковим пристроєм, що гарантує відключення електродвигуна при відкритій кришці. Чистка, ремонт та змащення тістоподільника проводяться лише при повному відключенні електродвигуна.

Печі на виробництві віднесені до небезпечних об'єктів через їхню пожежо- та вибухонебезпеку. Тому на хлібозаводі розробляються графіки огляду та ремонту печей, які підтверджуються головним інженером. Забезпечено вільні підходи до топок, які розміщені в окремих місцях і огороджені спеціальними огорожами з дверцятами приводу. Також передбачено запобіжний пристрій на приводі печей.

4.2 Утилізація відходів виробництва борошняних виробів

У сучасному світі індустріалізація продовжує свій розвиток, що супроводжується розширенням виробничої діяльності. Це, в свою чергу, призводить до збільшення антропогенного навантаження на природне середовище. Загальна тенденція гноблення всіх компонентів рослинного та тваринного світу, а також загроза життю та здоров'ю людей відображає перевищення цим навантаженням меж самовідновлювальних можливостей природи та людства.

Проблема охорони природного середовища набуває особливої актуальності в контексті сучасного розвитку виробництва.

«Покладаючи акцент не лише на етичні та моральні аспекти, але й на прагматичність, природоохоронна діяльність вимагає модернізації обладнання, залучення нових додаткових джерел інвестування для реалізації природоохоронних заходів, підвищення загальної культури виробництва та якості робіт, а також впровадження прогресивних технологій та матеріалів» [81].

Сучасний підхід до прийняття інвестиційних рішень включає комплексний аналіз, в якому фінансові та технічні аспекти доповнюються питаннями охорони природного середовища. «Такий підхід спрямований на збалансований розвиток, який враховує інтереси сучасного виробництва та довкілля» [81].

Якість інженерних проектів в значній мірі визначається глибиною і детальністю природоохоронних заходів. На підприємстві з виробництва борошняних виробів реалізуються різні заходи для охорони природного середовища:

1. Очищення димових газів:

- встановлені фільтри, які регулярно піддаються очищенню.

- використовуються високі труби для виходу димових газів, з метою розсіювання шкідливих речовин та уникнення їхньої концентрації. Висота труб приблизно 100 метрів.

2. Очищення стічних вод:

- встановлені сита для відділення механічних домішок.

- побудовані очисні споруди, де вода відстоюється та фільтрується.

- здійснюється дезінфекція стоків з санвузлів.

- воду після механічного та хімічного очищення скидають у міську каналізаційну систему. Для дощової води передбачений водостік.

3. Захист ґрунту:

- асфальтовані ділянки використовуються для запобігання потрапляння мазуту, палива та інших шкідливих речовин у ґрунт.

- на асфальтованих ділянках розміщуються сміттєві баки для збору сміття з території підприємства, яке регулярно вивозиться.

Ці заходи не лише відображають зобов'язання підприємства до природоохоронних стандартів, але й сприяють збереженню навколишнього середовища та забезпечують ефективний контроль над впливом виробництва на природу.

Висновки по розділу.

Встановлено, що на виробництві хлібозаводу існує кілька небезпечних чинників, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників, зокрема вибух та статична електрика. Для забезпечення безпеки на хлібозаводі передбачено встановлення системи приливно-витяжної вентиляції в тістоприготувальному відділенні.

З метою захисту працівників від травм, чистка, ремонт та змащення технологічного обладнання проводяться лише при повному відключенні електродвигуна. Для додаткового стимулювання працівників дотримуватись правил охорони праці було розроблено картку безпеки праці оператора тістомісильної машини.

На підприємстві з виробництва борошняних виробів реалізуються різні заходи для охорони природного середовища: очищення димових газів, очищення стічних вод , запобігання забрудненню ґрунту.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунки в розділі Організаційно-економічна частина проводяться з метою визначення розмірів витрат дослідження та економічної доцільності роботи в цілому.

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

План проведення дослідження з обґрунтування технології виробництва борошняних виробів з додаванням продуктів переробки анісу наведено в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij}, (дні)
1-2	Вибір теми наукового дослідження	2
2-3	Виконання аналітичного огляду літературних джерел з обраної науково теми	15
3-4	Планування етапів та графіку проведення наукових досліджень	3
4-5	Визначення харчової цінності продуктів переробки анісу	12
5-6	Дослідження амілолітичної активності борошна із сухого листя анісу	5
6-7	Визначення оптимальної концентрації борошна із сухого листя анісу	5
7-8	Обґрунтування співвідношення рецептурних компонентів борошняного виробу з додаванням продуктів переробки анісу	10
6-9	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
7-9		1
8-9		1
9-10	Формулювання висновків по роботі на основі результатів	5
10-11	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [82].

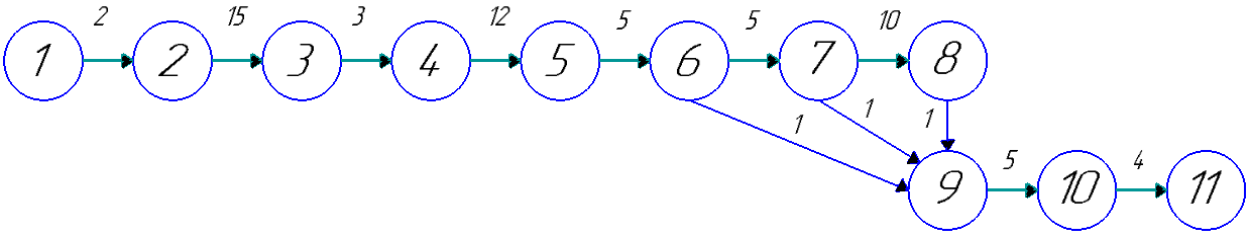

Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка можливо формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої» [82]. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$L^1_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4\text{-}5\text{-}6\text{-}7\text{-}8\text{-}9\text{-}10\text{-}11}$=2+15+3+12+5+5+10+1+5+4= 62 дні;

$L^2_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4\text{-}5\text{-}6\text{-}9\text{-}10\text{-}11}$=2+15+3+12+5+1+5+4= 47 днів;

$L^3_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4\text{-}5\text{-}6\text{-}7\text{-}9\text{-}10\text{-}11}$=2+15+3+12+5+5+1+5+4= 52 дні.

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр}= L^1_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4\text{-}5\text{-}6\text{-}7\text{-}8\text{-}9\text{-}10\text{-}11}$.

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- «ранній термін здійснення події ($T_i{}^p$) – це найбільший шлях від початкової події до *i*-тої.
- пізній термін здійснення **події** ($T_i{}^n$) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої» [82].

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_I = T_i^n - T_i^p \qquad (5.1)$$

де R_I – резерв шляху;

$T_i^{\,n}$ – пізній термін здійснення події;

$T_i^{\,p}$ – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

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

Номер події	$T_i^{\,р}$, дні	$T_i^{\,п}$, дні	R_I, дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	32	32	0
6	37	37	0
7	42	42	0
8	52	52	0
9	53	53	0
10	58	58	0
11	62	62	0

Далі визначаються резерви часу:

а) «повний резерв часу роботи ($R_{ij}^{\,п}$):

$$R_{ij}^{n} = T_j^{n} - T_i^{n} - t_{ij}, \tag{5.2}$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) «вільний резерв часу роботи ($R_{ij}^{в}$):

$$R_{ij}^{в} = T_j^{p} - T_i^{p} - t_{ij}, \tag{5.3}$$

Коефіцієнт напруженості робіт ($K_{ij}^{н}$) визначається по формулі (5.4)» [86]:

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

де $L_{max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу; L_{Kp} – критичний шлях.

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

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв, $R_{ij}^{в}$, (дні)	Повний резерв, R_{ij}^{n} , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,29
4-5	0	0	0,40
5-6	0	0	0,56
6-7	0	0	0,65
7-8	0	0	0,81
6-9	15	15	0,61
7-9	10	10	0,69
8-9	0	0	0,85
9-10	0	0	0,93
10-11	0	0	1,00

При аналізі складеного сітьового графіку встановлено, що критичний шлях триває 62 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням.

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

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [82].

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

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

де m_i – кількість витраченого і-го матеріалу;

$Ц_i$ – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

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

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Насіння анісу, кг	5	480,00	2400,00
Зелена маса анісу, кг	1	365,00	365,00
Листя анісу сушене, кг	0,5	1000,00	500,00
Борошно пшеничне в.г., кг	2	16,20	32,40
Дріжджі хлібопекарські, кг	0,2	190,00	38,00
Сіль кухонна, кг	1	28,00	28,00
Всього			3363,40

Розрахунки заробітної плати зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток,грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	10000	70,00	15	1050
Всього				1050

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{1050 \cdot 22}{100} = 231,00 \text{ грн.}$$

«Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.)» [82].

$$E_{тістом} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 2,64 = 104,54 \text{ грн;}$$

$$E_{вист.шаф} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 2,64 = 142,56 \text{ грн;}$$

$$E_{ел.піч} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 2,64 = 76,03 \text{ грн;}$$

$$E_{ваг} = 0,8 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2,64 = 31,68 \text{ грн;}$$

$$E_{заг} = E_{тістом.} + E_{вист.шаф.} + E_{ел.піч} + E_{ваг} = 104,54 + 142,56 + 76,03 + 31,68 = 354,81 \text{ грн.}$$

«Витрати на амортизацію:

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

де A – амортизаційні відрахування, грн.

$Ф$ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, *%;*

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів); 365 – кількість днів у році» [82].

$$A_{тістом.} = \frac{15000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 8,21 \text{грн};$$

$$A_{луц.} = \frac{300000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 164,38 \text{грн};$$

$$A_{фотосеп.} = \frac{400000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 219,17 \text{грн};$$

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

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Тістоміс	15000	20	1	8,21
Вистоювальна шафа	28000	20	1	15,34
Електрична піч	12000	20	1	6,57
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				31,49

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

$$НВ = \frac{1050 \cdot 80}{100} = 840,00 \text{грн}.$$

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

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	3363,40
Заробітна плата	1050,00
Нарахування на заробітну плату	231,00
Електроенергія	354,81
Амортизація	31,49
Накладні витрати	840,00
Всього	5870,70

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 57,2 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов’язані з амортизацією обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8)» [86]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{5.8}$$

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

P – нормативна рентабельність (Р = 30%).

Таким чином:

$$Ц = 5870,70 + \frac{30 \cdot 5870,70}{100} = 7631,91 \text{грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 7631,91 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 62 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 57,2 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов’язані з амортизацією обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7631,91 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведений аналіз матеріалів науково-технічної та патентної літератури показав необхідність та доцільність використання смако-ароматичних та біологічно активних добавок для підвищення якості борошняних виробів.

Накопичений історичний досвід, а також деякі приклади використання анісу при виготовленні низки харчових продуктів, борошняних кондитерських виробів дозволяє припустити, що добавки цієї рослини будуть перспективними як покращувачі виробів з дріжджового тіста.

В роботі наведено характеристику сировини, що використовувалась під час проведення дослідження та описано методики, якими користувалися при дослідженні хімічного складу, визначенні автолітичної активності, газоутворювальної здатності, фізико-хімічних показників якості дослідних зразків борошняних виробів.

Результати аналізу хімічного складу насіння і зеленої маси анісу переконують у більшій перспективності останнього як добавку, що покращує харчову цінність продуктів. При цьому вміст білку в зеленій масі анісу набагато більше ніж у іншої зеленої сировини (для порівняння, зелень петрушки – 3,7; солодкий перець – 1,3; зелений горошок – 5,0%).

Встановлено, що активність α -амілази в сухому листі анісу вкрай низька, що повністю узгоджується з літературними даними про малу активність α-амілази в рослинній сировині.

Зафіксовано, що введення добавки борошна анісу в кількості менше 1% є недоцільним, тому що лише починаючи, з концентрації в 1% добавка має відчутний вплив на біологічну цінність борошна. Добавка борошна з сухого листя анісу в незначних концентраціях (до 0,5%) практично не позначається на відтінку пшеничного борошна – колір його не відрізняється від кольору без добавок.

Встановлено, що внесення добавок борошна з сухого листя анісу не тільки збільшує інтенсивність виділення вуглекислого газу, а й значно

скорочує час бродіння тіста. При цьому процес дозрівання тіста, що містить добавку анісу і зменшену на чверть кількість дріжджів, протікає так само як і дозрівання контрольного зразка (без добавки анісу, % дріжджів).

При дотриманні традиційної рецептури добавки анісу дозволяють отримати вироби підвищеної якості більшого об'єму, з кращою структурою м'якушу. За умови зменшення кількості дріжджів у рецептурі на чверть добавки анісу дозволяють отримати при цьому вироби із заданими параметрами без погіршення якості.

Уточнення вмісту в рецептурній суміші основних компонентів показує, що концентрація борошна, води, солі знаходиться в межах традиційної рецептури, а концентрація дріжджів знижується на 25 %.

Встановлено, що на виробництві хлібозаводу існує кілька небезпечних чинників, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників, зокрема вибух та статична електрика. Для додаткового стимулювання працівників дотримуватись правил охорони праці було розроблено картку безпеки праці оператора тістомісильної машини.

На підприємстві з виробництва борошняних виробів реалізуються різні заходи для охорони природного середовища: очищення димових газів, очищення стічних вод , запобігання забрудненню ґрунту.

Під час розрахунку витрат встановлено, що найбільше коштів під час проведення дослідження витрачено на основні матеріали, витрати на які складають 57,2 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов’язані з амортизацією обладнання, і склали 0,5 % від загальної суми витрат. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7631,91 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Моторна О. О. Дослідження процесу змішування пшеничного борошна з мікроінгредієнтами / О. О. Моторна, Н. В. Хоренжий, О. С. Волошенко // Майбутній науковець – 2017: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Сєвєродонецьк, 1 груд. 2017 р. / Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля. Сєвєродонецьк, 2017. С. 169–171

2. Розборська Л.В. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Основи фізіології і гігієни харчування»(для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» інженерно-технологічного факультету / Л.В. Розборська. УНУС, 2016. 124 с.

3. Юрчак, В. Г. Дослідження макаронних властивостей цільнозернового пшеничного борошна / В. Г. Юрчак, Г. В. Карпик, Т. П. Голікова // Наукові праці НУХТ. 2012. № 47. С. 123–128.

4. Покращення якості пшеничного хліба збагаченого висівками / Н. О. Лець, О. В. Бортнічук, В. В. Цирульнікова, В. Ф. Доценко // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 81 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2015 р. К. : НУХТ, 2015. Ч. 3. С. 405.

5. Арсеньєва, Л. Ю. Теоретичні та практичні аспекти використання тонкодиспергованих концентратів харчових волокон у технології житньо-пшеничного хліба / Л. Ю. Арсеньєва, О. В. Борисенко, В. Ф. Доценко // Наукові праці НУХТ. 2008. № 25. С. 115-119.

6. Технології хлібобулочних виробів із продуктами переробки зародків Т 38 пшениці : монографія / С. Г. Олійник, Г.М. Лисюк, О. І. Кравченко, Самохвалова О. В. Х. : ХДУХТ, 2014. 108 с.

7. Н.П. Лашко, О.В. Ткачук, Хімія харчових добавок та вітаманів: Навчально-методичний посібник для студентів IV курсу біологічного факультету спеціальності «Хімія». Запоріжжя: ЗНУ, 2014. 127с.

8. Zhang, Guoqing, et al. "Enhanced stability of vitamin A palmitate microencapsulated by γ-cyclodextrin metal-organic frameworks." *Journal of Microencapsulation* 35.3 (2018): 249-258.

9. Калина В. С. Розділ 5. Розробка нових функціональних продуктів харчового призначення / В. С. Калина, А. М. Пугач // Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових ваиробництв: монографія / А. С. Кобець, С. П. Сокол, А. М. Пугач, Ю. О. Чурсінов, О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко, О. С. Ковальова, В. С. Калина, В. С. Кошулько, Д. О. Тимчак, Н. А. Сова, К. А. Худайбердієва; МОН України ; Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. – Дніпро : «Свідлер А. Л.», 2022. – Т. 4. Інноваційні технології харчових ваиробництв. – С.266-312.

10. Основи харчування: підручник / М.І. Кручаниця, І.С. Миронюк, Н.В. Розумикова, В.В. Кручаниця, В.В. Брич, В.П. Кіш. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.

11. Безпечне харчування – основа здорового способу життя студентів / Г.П. Грибан, М.І. Пуздимір, О.Д. Гусак, Ж.О. Твердохліб, Л.В. Трухан, М.О. Сіпліва // Europejska nauka XXI powieka. 2014. Vol. 10 (23). P. 63–64.

12. Ганич О.М., Ганич Т.М, Ганинець П.П. Практична дієтологія: навч. посібник. Ужгород, ТОВ «Колір Прінт», 2004. 227 с.

13. Ганич О., Білас Б. Екологія. Природне харчування. Здоров’я. Ужгород: Патент, 2000. 376 с.

14. Гуліч М.П. Раціональне харчування та здоровий спосіб життя – основні чинники збереження здоров’я населення // Проблеми старіння і довголіття. 2011. Т. 20, № 2. С. 128–132.

15. Мардар М.Р. Формування споживчих переваг до функціональних продуктів харчування на основі маркетингових досліджень Збірник наукової конференції «Економіка харчової промисловості» № 1(25) К., 2015. С. 17-25.

16. Дробот, В. І. Соєві продукти – вирішення проблеми білкового дефіциту харчування / В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, В. М. Махинько // Зберігання і переробка зерна. 2001. №6 (24). С. 53-56.

17. Osokina N., Liubych V., Novak L., Pushkarova-Bezdil T., Priss O., Verkholantseva V., Hryhorenko O., Pusik V., Pusik L. Analysis of bakery properties of grain of new varieties and lines of wheat spelts. EUREKA: Life Sciences, (2), 2018. P. 41-46.

18. Лаврова І.С., Григоренко О.В. Інноваційні технології харчоконцентратів. Тези доповідей Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні зернопродукти і технології», 19 лютого 2021 р. / Редкол.: Непочатенко О. О. (відп. ред.) та ін. Умань, 2021. С. 59.

19. Кюрчева Л.М., Григоренко О.В., Кюрчев С.В. Технологія переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: Навч. посібник для самостійної роботи студентів. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2013. 152 с.

20. Поландова, Р. Як інтенсифікатор бродіння соєве борошно незамінне в масових сортах хліба. [Текст] / Р. Поландова, І. Баркалова, А. Подобєдов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. - 2008 - № 10 - с. 37-38.

21. Григоренко О.В. Розширення асортименту та поліпшення якості хлібобулочних виробів з тритикале / Григоренко О.В. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип. 19, т. 3. – С. 268-273.

22. Хмура Ю.Ю., Григоренко О.В. Виробництво хлібобулочних виробів із цільнозернового борошна. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ імені Дмитра Моторного 01-18 листопада 2020 р. Факультет агротехнологій та екології. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 74.

23. Петкевич З.З., Нут Г.В., Сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощуванні на Півдні України. Зрошувальне землеробство. 2016. Випуск 65. С.104-107.

24. Іваніщева, О., Пахомська, О. Тенденції формування якості хлібобулочних виробів функціонального призначення. Молодий вчений, 5 (93). 2021. С.159-163.

25. Чуйко М.М. Інноваційні підходи до розробки та виведення на ринок борошняних виробів функціонального призначення / М.М. Чуйко, А.М. Чуйко // Економіка та суспільство. Випуск №23. 2021.

26. Махинько, В. М. Високобілкові добавки в хлібопеченні / В. М. Махинько, Л. М. Черниш // Зберігання і переробка зерна. 2014. № 6 (183). С. 57-60.

27. Іщенко, Т. І., Молочний казеїн – ефективний збагачувач хліба. / Т. І. Іщенко, Ю. М. Ткачук, В. Ф. Доценко, О. Б. Шидловська // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. №10. с.67-69.

28. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2010. 336 с.

29. Дробот, В. І. Фізіологічні та технологічні аспекти використання шроту насіння льону у хлібопеченні / В. І. Дробот, О. П. Іжевська, Ю. В. Бондаренко // Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Inżynieria i technologia. Teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju współczesnej nauki (30.09.2015 - 01.10.2015) – Warszawa : Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. С. 13-20.

30. Малюк, Л. Оригінальна технологія екстракції полісахаридів з насіння льону / Л. Малюк, А. Зіолковська // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. № 7. С. 55-57.

31. Дробот, В. І. Дослідження впливу шроту льону на якість хліба / В.І. Дробот, О.П. Іжевська, Ю.В. Бондаренко // Зернові продукти і комбікорми. – 2015. № 1 (57). С.42-45.

32. Іжевська, О. П. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням шроту насіння льону : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» / Іжевська Орися Петрівна. К., 2017. 23 с.

33. Іжевська, О.П. Вплив шроту насіння льону на технологічний процес та якість хліба / О.П. Іжевська //Технологічні аспекти підвищення конкурентноспроможності хліба і хлібобулочних виробів: Міжнародна науковопрактична конференція, 13 вересня 2016 р.: тези доповідей. К.: НУХТ, 2016. С. 40-41.

34. Технологічний ефект використання фосфатидних концентратів у виробництві хлібобулочних виробів / Л. М. Бурченко, О. А. Білик, О. В. Кочубей-Литвиненко, В. І. Бондар, В. О. Іскрицька // Харчова промисловість. 2018. Т24. С. 40-47.

35. Буднік Є. О. Обґрунтування технології виробництва бісквіту з наповнювачем функціонального призначення : магістер. дипломна робота : 181, Харчові технології Буднік Євгенія Олександрівна / ; наук. керівник Ковальова О. С. ; Дніпровський держ. аграрно-екон. ун-т, Інженерно-технологічний ф-т, Каф. технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. Дніпро, 2020. 133 с.

36. Полодюк, В. С., Арсеньєва, Л. Ю., Доценко, В. Ф. (2004). Ефективність використання лецитину в хлібопеченні, Харчові технології, 9, 35-37.

37. Sandstedt, R.M. The function of starch in the baking of bread / R.M. Sandstedt // Baker's Dig. Vol. 35. N3. 1961. P. 36-44.

38. Бухкало С. І. Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів / С. І. Бухкало // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Innovation researches in students’ scientific work : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. № 21. С. 84-92.

39. Науменко, Оксана, Тетяна Полонська, and Інна Гетьман. "Функціональні інгредієнти в хлібопеченні" *Продовольчі ресурси* 9.16 (2021): 135-143.

40. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review Original Research Article Journal of Food Engineering / J. Azmir et al // Journal of Food Engineering. 2013. Vol. 117. P. 426-436.

41. Удворгелі, Л. І. Пектиновмісні порошки / Л. І. Удворгелі, В. І. Дробот // Харчова і переробна промисловість. 2004. № 1. С. 22-23.

42. Інтенсифікація технологічних процесів виробництва хлібобулочних виробів / Т. А. Сильчук, В. М. Сидор, В. І. Зуйко, Г. І. Майорова, К. О. Дух // Наукові праці : Науковий світ, 2017. Том 2, Випуск 46. С. 12-15.

43. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.: Логос.2002. С. 300.

44. Дробот, В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. / В.І. Дробот. К.: ТОВ «Руслана», 1998. 415 с.

45. Дробот, В. І. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти / В. І. Дробот, А. Б. Семенова, Л. А. Михонік // Хранение и переработка зерна. 2014. № 4. С. 37-39.

46. Характеристика та застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) / Ю. Ткачук, О. Шидловська, В. Доценко, О. Мальцева // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2009. № 6 (55). - С. 18-22.

47. Писарець, О. П., and В. І. Дробот. "Вплив комплексних поліпшувачів на технологічний процес та якість виробів з кукурудзяним борошном." *Продовольчі ресурси* 2 (2014): 40-42.

48. Chaudhary, S., & Sagar, S. (2015). The use of enzymes in food processing: A Review. South Asian Journal of Food Technology and Environment, 01(3 and 4), 190–210. https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i03and04.01

49. Paul Ross, R., Morgan, S., & Hill, C. (2002). Preservation and fermentation: Past, present and future. International Journal of Food Microbiology, 79(1-2), 3– 16. https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00174-5.

50. Taveira, I. C., Nogueira, K. M., Oliveira, D. L., & Silva, R. do. (2021). Fermentation: Humanity's oldest biotechnological tool. Frontiers for Young Minds, 9. https://doi.org/10.3389/frym.2021.568656

51. Patel, A. K., Singhania, R. R., & Pandey, A. (2017). Production, purification, and application of microbial enzymes. Biotechnology of Microbial Enzymes, 13–41. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803725-6.00002-9

52. Khan, U., & Selamoglu, Z. (2020). Use of Enzymes in Dairy Industry: A Review of Current Progress. Archives of Razi Institute, 75(1), 131–136. https://doi.org/10.22092/ari.2019.126286.1341

53. Whitehurst, R., & Oort, M. (2009). Enzymes in food technology. Wiley-Blackwell.

54. Варбанець Л. Д., Авдіюк К. В., Борзова Н. В. (2008). Мікробні α-амілази: виділення, властивості, практичне застосування. Біотехнологія, 2, 39–51.

55. Дехтяренко Н. В. (2013). Виробництво ферментних препаратів в Україні. Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут", 3, 48–58.

56. Зубар Н. М. (2020). Теоретичні основи харчових виробництв. Київ: Кондор.

57. Basso, A., & Serban, S. (2019). Industrial applications of immobilized enzymes a review. Molecular Catalysis, 479, 110607.

58. Гойко, Ірина Юріївна, Галина Олександрівна Сімахіна, and Наталія Олександрівна Стеценко. "Профілактика білкової недостатності у раціонах харчування військовослужбовців." *Наукові праці Національного університету харчових технологій* 21,№ 6 (2015): 197-203.

59. Зубар Н. М. Основи фізіології та гігієни харчування: Підручник. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 336 с.

60. Смоляр В.І. Стан фактичного харчування населення незалежної України / В.І.Смоляр // Проблеми харчування, 2012. –1–2 (34–35). –С. 5–9.

61. Луценко О. І., Ворон Н.М. "Роль вітамінів в житті людини." *Молодий вчений* 2 (2017): 7-13.

62. Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Голуб В.О. Фізіологія та біохімія рослин: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми спеціальності «Біологія» біологічного факультету. – Луцьк : 2014. – 79 с.

63. Сімахіна, Г. О. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник / Г. О. Сімахіна, Н. О. Стеценко, Н. В. Науменко ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. К. : НУХТ, 2016. 455 с.

64. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Монографія. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

65. Дубровська Н. О. Сучасні проблеми харчової цінності й якості хлібобулочних виробів і можливі шляхи їх вирішення: монографія / Н. О. Дубровська, Л. П. Нілова. Мічуринськ. 2010.

66. Суха Н.А. Удосконалення технології хлібобулочних виробів збагачених каратиновмісними овочевими порошками: автореф. дис. Суха Н.А. канд. техн. Наук: 05.18.01. Київ, 2010. 20 с.

67. Дорохович В. В. Інноваційні технології борошняних кондитерських виробів зі зниженою калорійністю / В. В. Дорохович // Наукові праці НУХТ. – 2017. № 4. – С. 199- 206

68. Сімахіна, Г. О. Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання у харчових технологіях / Г. О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. - 2010. - № 33. - С. 45-48.

69. Ілюк, Д. Порошок кропиви дводомної – цінний збагачувач для харчових продуктів оздоровчого призначення / Д. Ілюк, С. Бажай-Жежерун // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 17-18 листопада 2021 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2021. – С. 43–44

70. Лебеденко, Т. Є., С. П. Решта, and Н. В. Ружицька. "Вивчення впливу рослинних добавок на хід технологічного процесу та якість

хлібобулочних виробів." *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]* 36 (1) (2009): 203-209.

71. Ситник, І. П. Водорості як джерело біологічно активних речовин / І. П. Ситник, Л. І. Удворгелі, В. І. Дробот // Хранение и переработка зерна. – 2009. № 7(121). С. 61-62.

72. Сидоренко, Ю. В. Дослідження впливу порошку ламінарії та анісу на харчову цінність та якість житнього хліба / Ю. В. Сидоренко, Н. О. Стеценко // Зберігання і переробка зерна. 2013. №6 (171). С. 76-79

73. Солодовніченко Н.М., Журавльов М.С., Ковальов В.М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати: Навч. посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікар. рослин для студ. вищих фарм. навч. закладів III – IV рівнів акред. – Харків: В-во НФаУ, МТК-книга. – 2003. – 408 с.

74. Державна фармакопея України. Харків, 2001.

75. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / Уклад.: Гуменюк О. Л. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 244 с.

76. Харчова хімія: навч.посіб./ В.В. Євлаш [та ін.]. Х.: Світ книг, 2012. 504 с.

77. Фізіологія та біохімія рослин : Комплекс навчальнометодичних матеріалів / О. О. Авксентьєва, В. В. Жмурко, Ю. Ю. Юхно, А. С. Щоголєв. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 96 с.

78. Хацевич О.М., Складанюк М.Б. Хімія та аналіз харчових продуктів: Лабораторний практикум. – Навчальнометодичний посібник. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2019. – 105 с.

79. Дробот, В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв.: навч. посіб. / В. І. Дробот, Л. Ю.Арсеньєва, О. А. Білик та ін. – К. : Центр навчальної літератури , 2006. – 341 с.

80. Охорона праці: методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці» дипломного проекту (роботи) для студ. напряму 6.051701

«Харчові технології та інженерія» /уклад.: Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко. К.: НУХТ, 2012. – 25 с.

81. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв: підручник. / А. К. Запольський, А. І. Українець. К. 423 с.

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