

Міністерство освіти і науки України

Одеський національний технологічний університет

Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему:

**«Розроблення заходів з управління небезпечними
чинниками для виробництва вітамінізованого
борошна пшеничного вищого сорту»**

Здобувач

2 курсу

Керівник:

Мельник А.С.
(прізвище та ініціали студента)
групи ТМ – 65

доцент Озоліна С.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 2023 р., протокол № .

Завідувачка кафедри ХХЕтаБ _____ Антоніна КАПУСТЯН
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

Одеський національний технологічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі
Кафедра Харчової хімії та експертизи
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ХХтаЕ
д.т.н., доц. Капустян А.І.

(підпис)

«21»

серпня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Мельника Андрія Сергійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення заходів з управління небезпечними чинниками для виробництва вітамінізованого борошна пшеничного вищого сорту затверджена наказом ОНТУ від 01.12.2022 р. № 926-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи

3. Вихідні дані роботи

Об'єкт дослідження: фортифікація пшеничного борошна вищого гатунку мікрозеленню.

Предмет дослідження: висушена мікрозелень пшениці, гороху, соняшнику; показники якості і безпечності фотифікованого мікрозеленню пшеничного борошна, НАССР-план

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ

РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел

РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження

РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина

РОЗДІЛ 4 Технологічна частина

РОЗДІЛ 5 Охорона праці та навколишнього середовища

РОЗДІЛ 6 Інвестиційна привабливість розробки

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 6 Інвестиційна привабливість розробки	Доцент Шалений В.А.		

7. Дата видачі завдання «18» вересня 2023 рокуКерівник _____ Софія ОЗОЛІНА
(підпис)Завдання прийняв до виконання _____ Андрій МЕЛЬНИК
(підпис)**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Підготування пояснювальної записки			
1	Вступ	25.09.2023	
2	РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел	17.10.2023	
3	РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження	24.10.2023	
4	РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина	02.11.2023	
5	РОЗДІЛ 4 Технологічна частина	07.11.2023	
6	РОЗДІЛ 5 Охорона праці та навколишнього середовища	13.11.2023	
7	РОЗДІЛ 6 Інвестиційна привабливість розробки	17.11.2023	
8	Висновки	22.11.2023	
9	Оформлення роботи	29.11.2023	
10	Оформлення презентації	05.12.2023	
11	Термін подання роботи на кафедру	12.12.2023	
12	Зовнішнє рецензування	14.12.2023	
13	Захист дипломної роботи	21.12.2023	

Здобувач-дипломник _____ Андрій МЕЛЬНИК
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи _____ Софія ОЗОЛІНА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Андрій МЕЛЬНИК

АНОТАЦІЯ

Тема: «Розроблення заходів з управління небезпечними чинниками для виробництва вітамінізованого борошна пшеничного вищого сорту»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

Освітня програма: Технологічна експертиза та безпека харчової продукції

Випускник за СВО «Магістр»: Мельник А.С.

Керівник: доцент Озоліна С.О.

Ключові слова: борошно пшеничне, мікрозелень пшениці, гороху, соняшнику, вітаміни, фортифікація, небезпечні чинники виробництва, показники якості та безпечності

Актуальність. Одним з безпекових аспектів сучасного світу є продовольча безпека.

Продовольча галузь України є одним з основних рушіїв розвитку економіки. Хліб та хлібобулочні вироби є стратегічною продукцією, що складає базисну основу харчової промисловості держави та є одночасно продуктом високої соціальної значимості, що потребує постійної підтримки та розвитку.

Сучасним трендом у виробництві харчової продукції є фортифікація та вітамінізація. В Україні відсутня урядова програма з фортифікації продуктів харчування, однак сформована та запроваджена грантова програма фінансування проектів фортифікації пшеничного борошна.

Відомо, що з точки зору покращення здоров'я населення країни, збагачення харчових продуктів вітамінами і мінеральними сполуками буде ефективним в тому випадку, коли мова йде про продукти, які населення вживає систематично і, окрім того, вони вживаються широкими верствами населення. Згідно традицій харчування, серед населення нашої країни хліб та хлібобулочні вироби користуються широким попитом. Тому виробництво вітамінізованої пшеничної муки, зокрема фортифікованої мікрозеленню, відповідає національним інтересам.

Мета роботи – отримання борошна, фортифікованого мікрозеленню та розроблення заходів з управління небезпечними чинниками виробництва.

Об'єкт дослідження: фортифікація пшеничного борошна вищого гатунку мікрозеленню.

Предмет дослідження: висушена мікрозелень пшениці, гороху, соняшнику; показники якості і безпечності фотифікованого мікрозеленню пшеничного борошна, НАССР-план виробництва

Методи дослідження органолептичні, фізико-хімічні, хімічні

Наукова новизна одержаних результатів: обґрунтовано склад борошна пшеничного, фортифікованого мікрозеленню, проведена оцінка його органолептичних і фізико-хімічних показників, обрано показники якості та безпечності на основі аналізу існуючої нормативної документації, запропонована технологія отримання з розробкою НАССР-плану та обґрунтовані заходи з управління небезпечними чинниками, дана оцінка інвестиційної привабливості

Робота обсягом 98 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 62 найменувань (7 сторінок), 6 рисунків (6 сторінок), 23 таблиць (21 сторінка) та 3 додатків (9 сторінки).

Зміст

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ «ПШЕНИЧНЕ БОРОШНО ТА ЙОГО ФОРТИФІКАЦІЯ ВІТАМІНАМИ»	
1.1 Фортифікація пшеничногоборошна	9
1.2 Мікрозелень – джерело біологічно активних речовин	14
1.3 Вплив мікрозелені на якість хліба та хлібобулочних виробів	21
Висновки до розділу 1	24
РОЗДІЛ 2 ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	
2.1 Об'єкт і схема проведення досліджень	25
2.2 Методи досліджень	27
2.2.1 Визначення органолептичних показників	27
2.2.2 Визначення вологості борошна пшеничного	28
2.2.3 Визначення зольності борошна пшеничного	28
2.2.4 Визначення кількості та якості клейковини борошна пшеничного	29
2.2.5 Визначення вмісту хлорофілу та каротиноїдів у сировині	31
2.2.6 Визначення вітаміну В ₁ (тіаміну)	32
2.2.7 Визначення вітаміну В ₂ (рибофлавіну)	33
2.2.8 Визначення антиоксидантної активності	34
РОДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА «ОТРИМАННЯ ВІТАМІНІЗОВАНОГО БОРОШНА ТА ЕКСПЕРТИЗА ЙОГО ЯКОСТІ»	
3.1 Матеріали досліджень	36
3.2 Сенсорні і фізико-хімічні показники фортифікованого борошна	38
3.3 Характеристика борошна, фортифікованого мікрозеленню, за вмістом і якістю клейковини	39
3.4 Характеристика борошна, фортифікованого мікрозеленню, за вмістом біологічно активних речовин	40
3.5 Вимоги до показників якості та безпечності сировини та готової продукції	43
Висновки до розділу 3	48
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ВІТАМІНІЗОВАНОГО БОРОШНА ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ КРИТИЧНИХ ТОЧОК ЙОГО ВИРОБНИЦТВА	
4.1 Технологія виробництва борошна вищого гатунку, фортифікованого мікрозеленню	50
4.2 Аналіз небезпечних чинників виробництва	60
Висновки до розділу 4	66
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
5.1 Охорона праці	68
5.2 Охорона навколишнього середовища	70
РОЗДІЛ 6 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ	73
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
Додаток А Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників	90
Додаток Б План НАССР	97
Додаток В Операційні програми-передумови	98

					КРМ.ХХЕтаБ.1.926-03.1.17			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Розроб.		Мельник А.С.				5	98	
Керівник		Озоліна С.О.						
Керівник								
Зав.кафедр		Капустян А.І.						
						ОНТУ 2023		

ВСТУП

Актуальність дослідження

Одним з безпекових аспектів сучасного світу є продовольча безпека. Безпосередньо продовольча безпека забезпечується за рахунок розвитку таких основних галузей як рослинництво, тваринництво та суміжних перероблюючих секторів виготовлення продуктів харчування (з урахуванням ступеню переробки початкової сировини). Продовольча галузь України, зокрема, є одним з основних рушіїв розвитку економіки, оскільки наша держава є значним експортером продуктів харчування (різного ступеню переробки) та забезпечує світову стабільність в даній царині.

Хліб та хлібобулочні вироби є стратегічною продукцією, що складає базисну основу харчової промисловості держави та є одночасно продуктом високої соціальної значимості, що потребує постійної підтримки та розвитку, з метою забезпечення потреб населення. Однак, дослідження статистичних зведень профільних державних відомств 0, 0, засвідчує від'ємну галузеву динаміку в останніх п'ять років (2017/2022):

– в досліджуваному періоді зафіксоване зниження виробництва загальної хлібної продукції на 35,5 % ;

– також зафіксоване відповідне зниження споживання хлібної продукції на 6,4 % .

Встановлені фактори свідчать про зниження рентабельності та росту споживчих цін на досліджувану харчову продукцію, відповідно до чого в цій галузі існує необхідність розробки та впровадження рішень з модернізації та підвищення ефективності функціонування технологічного обладнання.

Враховуючи, що Україна є значним гарантом харчозабезпечення (на міждержавному рівні), у тому числі продукції хлібопекарного виробництва, існують актуальні аспекти, серед яких необхідність пошуку нових ринків збуту та закріплення на вже досягнутих шляхом проходження відповідної сертифікації у країнах-експортерах, для проходження якої необхідна модернізація як окремих виробництв, так і галузі у цілому.

Одним з методів модернізації галузі є розробка нової продукції, що затребувана на ринку. Сучасним трендом у виробництві харчової продукції є фортифікація та вітамінізація. За даними ВООЗ 0, понад 1,6 мільярда людей (чверть населення світу) страждають на анемію, з найбільшою поширеністю серед дітей дошкільного віку (47%) і вагітних жінок (37%), що призводить до значних негативних наслідків для здоров'я, розвитку та економіки. При цьому фортифікація та вітамінізація основних харчових продуктів є ефективною, простою та недорогою стратегією покращення поживної якості харчових продуктів шляхом збільшення вмісту вітамінів і мінералів. Світове середньорічне виробництво пшеничного борошна складає близько 700 млн т, що робить даний харчовий продукт доцільним засобом для фортифікації.

У відповідності до резолюції ВООЗ WHA65 0, 0 визначена загальна стратегія покращення харчових продуктів методом вітамінізації та фортифікації, відповідно до якої вже близько 143 країн законодавчо затвердили програму з фортифікації основної споживацької продукції: кукурудзяного борошна, олії, рису, солі, пшеничного борошна 0, 0. Нажаль, в Україні відсутня урядова програма з фортифікації продуктів харчування, однак за підтримки USAID 0, сформована та запроваджена грантова програма фінансування проєктів фортифікації пшеничного борошна 0, 0.

USAID 0 зазначають, що для України в умовах неспровокованої збройної російської агресії та обмеженого експорту, підвищення виробництва вітамінізованого борошна сприятиме оптимізації каналів і ринків збуту. Це сприятиме розширенню можливостей доступу виробників зерна, зокрема мікро- малих і середніх сільськогосподарських підприємств, до борошномельних установок та сприятиме встановленню тривалого партнерства.

Таким чином, дослідження з розробки технології виробництва фортифікованого борошна є актуальним та таким, що задовольняє національним інтересам та світовим тенденціям в галузі безпеки та модернізації харчової продукції.

Виходячи із зазначеного вище, *метою даної роботи* є отримання борошна, фортифікованого мікрозеленню та розроблення заходів з управління небезпечними чинниками виробництва.

Для досягнення поставленої мети виконувались наступні задачі:

- аналіз літературних джерел щодо втрат вітамінів в процесі виробництва з зерна пшениці борошна вищого сорту, вітамінізація борошна, хімічний склад мікрозелені;
- визначення біологічно активних речовин мікрозелені пшениці, гороху, соняшнику,
- характеристика борошна, фортифікованого мікрозеленню різних культур за сенсорними і фізико-хімічними показниками;
- обґрунтування складу фортифікованого борошна;
- аналіз технології виробництва фортифікованого борошна та визначення небезпечних факторів виробництва;
- визначення інвестиційної привабливості виробництва.

Об'єкт дослідження: фортифікація пшеничного борошна вищого гатунку мікрозеленню.

Предмет дослідження: висушена мікрозелень пшениці, гороху, соняшнику; показники якості і безпечності фотифікованого мікрозеленню пшеничного борошна, НАССР-план виробництва.

Наукова новизна одержаних результатів визначається тим, що в роботі вперше: визначений склад борошна пшеничного, фортифікованого мікрозеленню, надано його характеристику за сенсорними і фізико-хімічними показниками, обрано показники якості і безпечності на основі аналізу існуючої нормативної документації, запропонована технологія отримання з розробкою НАССР-плану та обґрунтовані заходи з управління небезпечними чинниками, дана оцінка інвестиційної привабливості.

Структура роботи: робота обсягом 98 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 62 найменувань, 6 рисунків, 23 таблиць та 3 додадків.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ «ПШЕНИЧНЕ БОРОШНО ТА ЙОГО ФОРТИФІКАЦІЯ ВІТАМІНАМИ»

1.1 Фортифікація пшеничного борошна

Борошно пшеничне є продуктом, отриманим шляхом механічного подрібнення та подальшого розмелювання зерен пшениці (*Triticum aestivum*). Процес виробництва включає до себе етапи очищення зерна від домішок, розмелювання для роздрібнення зерен та видалення зернового оболонкового шару, і подальше розмелювання для отримання фінального продукту – борошна 0.

В процесі отримання борошна із зерна, состав кінцевого продукту зазнає суттєвих змін в порівнянні із зерном – видалення зернового оболонкового шару супроводується значною втратою мінеральних речовин і вітамінів, оскільки значна частина їх зосереджена саме там. Тобто за цим показником має місце зниження біологічної цінності борошна в порівнянні із зерном. При цьому при переробленні зерна пшениці на борошно втрати вітамінів і мінеральних речовин тим вищі, чим вищий сорт борошна – тобто вони є найбільшими для борошна вищого гатунку. Так, відомо, що в зернівці пшениці міститься: тіаміну (вітаміну B₁) – 4,4 - 6,8 мкг/г, рибофлавіну (вітаміну B₂) – 0,6 - 3,7 мкг/г, піридоксину (вітаміну B₆) – 4,6 - 6,1 мкг/г, токоферолу (вітаміну E) – 9,0 мкг/г, філохінону (вітаміну K₁) – 0,5 мкг/г, ніацину (вітаміну PP) – 58,9 - 63,6 мкг/г. Вітамін C (аскорбінова кислота) повністю відсутній в поширеній червонозерній пшениці. Натомість органічне борошно вищого гатунку містить: тіаміну (вітаміну B₁) – 1,94 мкг/г, рибофлавіну (вітаміну B₂) – 0,72 мкг/г, пантотенової кислоти (вітаміну B₅) – 2,48 мкг/г, піридоксину (вітаміну B₆) – 0,37 мкг/г, фолієвої кислоти (вітаміну B₉) – 0,31 мкг/г, токоферолу (вітаміну E) – 0,5 мкг/г, філохінону (вітаміну K₁) – 0,03 мкг/г, ніацину (вітаміну PP) – 11,98 мкг/г.

Борошно пшеничне є основним інгредієнтом у багатьох продуктах харчування, таких як хліб, тістечка, тісто та інші випічкові вироби. Фізичні та хімічні властивості борошна, зокрема вміст клейковини, визначають його функціональність у випічці, впливаючи на текстуру та структуру кінцевих продуктів 0.

Важливо відзначити, що різні сорти пшениці та умови обробки можуть призводити до різних видів борошна з різними фізичними та харчовими характеристиками. Вивчення та розуміння цих властивостей має суттєве значення для підвищення якості та функціональності харчових продуктів.

Фортифікація пшеничного борошна – це процес систематичного та контрольованого додавання визначених мікроелементів та вітамінів до стандартного пшеничного борошна з метою підвищення його харчової цінності. Основною метою цього процесу є компенсація втрат поживних речовин, які можуть виникнути внаслідок обробки та подальшого виробництва білого борошна, а також удосконалення харчового складу продукту для задоволення дієтичних потреб споживачів 0.

Мікроелементи, такі як залізо, та вітаміни групи В – фолієва кислота та інші, додаються до борошна у визначених кількостях відповідно до регулюючих стандартів та рекомендацій організацій, які відповідають за громадське здоров'я та безпеку харчових продуктів. Цей процес є важливою стратегією для боротьби з дефіцитами певних харчових елементів та для підвищення загального харчового статусу населення 0.

Фортифіковане пшеничне борошно представляє собою продукт, що отримується додаванням конкретних поживних речовин, таких як вітаміни та мінерали, до стандартного борошна з метою підвищення його харчової цінності. Цей процес реалізується відповідно до встановлених стандартів та рекомендацій відповідних організацій у сфері охорони здоров'я та харчової промисловості. Фортифіковане борошно використовується в продукції хліба, випічки та інших продуктів, внаслідок чого споживачі отримують можливість покращити свій харчовий статус та забезпечити організм додатковими поживними компонентами через звичайні харчові звички. Фортифікація пшеничного борошна визнана ефективним заходом для підвищення харчового статусу населення, особливо в умовах, коли доступ до різноманітних джерел поживних речовин обмежений. Цей підхід має важливе значення для боротьби з дефіцитами важ-

ливих мікроелементів та вітамінів, які можуть впливати на загальний стан здоров'я 0.

Крім того, фортифіковане борошно є значущим інгредієнтом у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів. Використання цього продукту в харчовому виробництві дозволяє виробникам не лише забезпечити споживачів додатковими корисними речовинами, але й розширити ринок здорових продуктів 0.

Наукові дослідження продовжуються для оптимізації формул фортифікації, зокрема врахуванням індивідуальних варіацій у харчовому споживанні. Однак, необхідно продовжувати вивчення можливих ефектів та впливу фортифікації на загальний стан здоров'я та дієтичну різноманітність 0.

У контексті подальших наукових досліджень, важливим аспектом є визначення співвідношень борошна і компонентів, що додаються при його фортифікації, і які мають позитивно впливати на здоров'я споживачів. Також важливим є дослідження можливих взаємодій між доданими речовинами та іншими компонентами продуктів для забезпечення їхньої стабільності та збереження біологічної доступності 0.

Дослідження в області фортифікації борошна має також враховувати аспекти сталого виробництва та економічної ефективності, особливо у зв'язку з потенційним впливом на вартість та якість кінцевих продуктів. Оптимізація технологічних процесів та визначення оптимальних методів забезпечення стійкості доданих компонентів є ключовим завданням для просування цієї галузі наукового дослідження. Паралельно з розвитком фортифікації борошна, доцільно розглядати індивідуалізовані підходи до фортифікації в залежності від різних груп населення, таких як діти, жінки вагітні та годуючі, люди похилого віку, а також особи із певними хронічними захворюваннями.

Дослідження в області фортифікації також повинні враховувати можливі культурні та соціальні аспекти, оскільки сприйняття та прийняття фортифікованих продуктів може варіюватися в залежності від культурних звичаїв та переконань споживачів. Загалом, наукове дослідження фортифікації пшеничного

борошна є важливою ареною, де спільні зусилля науковців, промисловості та організацій здоров'я можуть сприяти поліпшенню якості харчових продуктів та сприяти попередженню дефіцитів поживних речовин в глобальному розмірі 0.

Враховуючи технологічні аспекти фортифікації борошна, приділяється увага методам додавання та стабілізації вітамінів та мінералів. Одним з підходів є мікроінкапсуляція, яка полягає в заключенні поживних речовин у стійкі оболонки, що забезпечує їхню захищеність від впливу агресивних чинників, таких як світло, тепло та волога. Це може покращити стійкість доданих компонентів протягом тривалого періоду зберігання борошна. Технологічно слід також враховувати вплив фортифікації на фізичні та харчові властивості борошна та продуктів, які його містять. Наприклад, додавання мінералів може впливати на реологічні властивості тіста та процеси випічки. Дослідження цих аспектів є ключовим для забезпечення якості та прийнятності консистенції виробів 0.

Паралельно із забезпеченням стабільності та якості продукту, важливо також враховувати дозування компонентів, щоб уникнути перевищення рекомендованих норм та можливих негативних впливів на смакові якості продукції. Вивчення та вдосконалення технологічних аспектів фортифікації пшеничного борошна є важливим завданням для ефективного реалізації цього підходу в промисловому масштабі 0.

Застосування фортифікованого борошна має ряд значущих переваг, які визначають його важливість у виробництві та споживанні харчових продуктів 0, 0:

1. Підвищення харчової цінності: Додавання вітамінів та мінералів до борошна сприяє збагаченню продукту необхідними поживними речовинами. Це особливо важливо в умовах, коли деякі групи населення мають обмежений доступ до різноманітних джерел харчових речовин.

2. Боротьба з дефіцитами поживних речовин: Фортифікація борошна дозволяє ефективно протидіяти дефіцитам певних вітамінів та мінералів у деяких регіонах або серед конкретних груп населення.

3. Широкий спектр застосувань: Фортифіковане борошно може викорис-товуватися для виробництва різноманітних харчових продуктів, таких як хліб, булочки, печиво та інші випічкові вироби, що дозволяє споживачам отримувати поживні речовини з різних джерел.

4. Покращення здоров'я населення: Забезпечення населення додатковими вітамінами та мінералами може призвести до покращення загального стану здоров'я та профілактики деяких хвороб, пов'язаних з нестачею конкретних поживних речовин.

5. Сприяння сталому розвитку: Фортифікація може бути ключовим елементом у програмах боротьби з недоїданням та недостатньою харчовою безпекою, сприяючи сталому розвитку та зменшенню негативних впливів недодаткових дієт на громадське здоров'я.

Ці переваги підкреслюють важливість фортифікації борошна як стратегічного заходу для поліпшення якості харчування та забезпечення населення необхідними харчовими елементами.

Згадані аспекти вказують на важливість подальшого вивчення та розвитку фортифікації борошна, яка має потенціал вдосконалення глобального харчового становища та забезпечення населення необхідними поживними елементами.

На території України борошно виробляється у відповідності до вимог технологічного-регуляторного регламенту, що містить лише згадку про можливість збагачення досліджуваного продукту вітамінами, мінералами, сухою пшеничною клейковиною тощо. Однак, даний НТД [25] не містить жодних регуляторних положень стосовно технологічних параметрів та обмежень при застосуванні процедури фортифікування пшеничного борошна.

Наразі, 143 країн законодавчо затвердили програму з фортифікації основної споживацької продукції: кукурудзяного борошна, олії, рису, солі, пшеничного борошна [26]. Зазначені держави мають законодавчо врегульовані нормативи і стандарти, що регламентують технологію та встановлюють нормативи збагачення досліджуваного продукту. Разом з тим ВООЗ ввела глобальний

регуляторний документ [26], що корелюється з аналогічними рекомендаціями World Food Programme (WFP) [27] та World Trade Organization (WTO) [28]. Таким чином, встановлено, що технологічні параметри фортифікованого пшеничного борошна унормовані відповідними регламентами, які доцільно імплементувати в нормативну базу України.

1.2 Мікрозелень – джерело біологічно активних речовин

Мікрозелень – гіпотетичний термін, який використовується для нового продукту харчування, що розвивається з різних комерційних культур, таких як овочі, зернові та трави. Вони складаються з розвинених котиледонів разом із частково розгорнутими справжніми листками. Ці недозрілі рослини збираються протягом 7–21 днів (залежно від сорту). Їх цінують за наявність поживних речовин, концентрований смак, характерну текстуру та яскраві кольори.

Останнім часом мікрозелень стає популярним напрямком в галузі високої кухні та сфері досліджень продуктів харчування, завдяки характерним смаковим властивостям, функціональності та вмісту вітамінів, мінералів та інших біоактивних сполук. Ці характеристики привертають увагу дослідників у галузі громадського здоров'я та харчування. Зростаюча громадська турбота про здоров'я підштовхує людей використовувати мікрозелень, яка має потенціал у профілактиці недоїдання, запалення та інших хронічних захворювань [29].

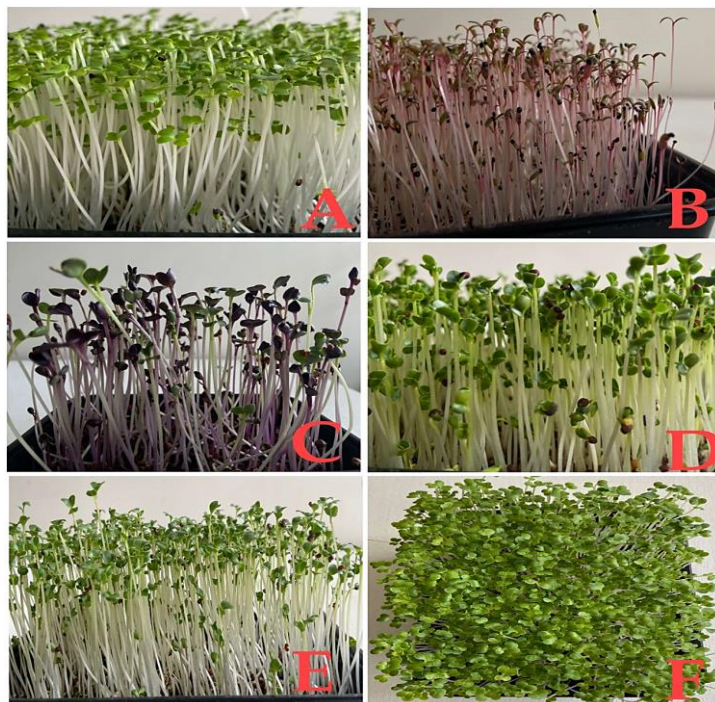
Практично у всьому світі, протягом останнього десятиріччя, особливо під час і після пандемії COVID-19, спостерігається зростаючий інтерес суспільства до споживання свіжих, здорових та функціональних продуктів, таких як пророщене насіння та мікрозелень. Це пояснюється тим, що згадані продукти харчування відповідають вимогам та очікуванням споживачів щодо новизни та смакових якостей. Мікрозелень є дуже привабливим продуктом для виробників, оскільки процес її виробництва потребує мінімальних виробничих витрат та займає відносно малий проміжок часу для отримання готової до реалізації продукції.

Мікрозелень, відома як «овочевий конфетті», вирощуються з різних комерційних культур, таких як овочі, зернові культури і трави, що складаються з

повністю розвинених котиледонів з/без частково розгорнутих справжніх листків. Стебло рослини разом із листками котиледонів збирається протягом 7–21 днів після проростання. Рослини мікрозелені зазвичай виростають до 2 – 8 см та мають інтенсивні органолептичні властивості, такі як смак, текстура, аромат, зовнішній вигляд та яскраві кольори. Вони також насичені різноманітними фітонутрієнтами, що залежать від природи обраних рослин для вирощування мікрозелені. Завдяки наявності різних фітонутрієнтів, таких як антиоксиданти, вітаміни, мінерали, фенольні сполуки та інші корисні сполуки, мікрозелень вважають наступним поколінням «суперфудів» або «функціональних продуктів».

Для вирощування мікрозелені використовуються рослини різних родин, таких як амарантові (Amaranthaceae) (амарант, буряк, кінва, шпинат, гречка, бурячок), амарилісові (Amaryllidaceae) (часник, цибуля, порей), укропові (Apiaceae) (петрушка, морква, фенхель, селера, кропива, кріп, коріандр), айстрові (Asteraceae) (салат, радікчо, цикорій, ендівія, таргон, латук), борагінові (Boraginaceae) (фацелія), капустяні (Brassicaceae) (редька, кресс-салат, листовий салат, броколі, кольрабі, капуста, цикорій, дикі гірчичники), в'юнкові (Convolvulaceae) (водяний в'юнок), гарбузові (Cucurbitaceae) (диня, огірок, кабачок), мальвові (Malvaceae) (калькuttський шпинат/Налта-шпинат), злакові (Poaceae) (кукурудза, лемонграс), глухом'якові (Lamiaceae) (чіа), бобові (Leguminosae) (нут, люцерна, квасоля, зелена квасоля, в'юнок, веселка, кінський горошок, лентеція), вонаграцеєві (Onagraceae) (вечірня примула), портулакові (Portulacaceae) (портулак звичайний, портулак моховидний), тощо. Приклад мікрозелені, отриманої з різних видів рослин наводиться нижче [30], [31] – Рисунок 1.1.

Розвиток різних перспективних генотипів мікрозелені пропонує різні гастрономічні та органолептичні параметри, як зовнішній вигляд, смак, текстура, фітохімічна композиція та харчова цінність. Мікрозелень різна за смаком. Наприклад, деякі види можуть бути гіркими, пряними, м'якими, м'якими або навіть кислими.



А) Бок-чой, (В) Червоний амарант, (С) Фіолетова редька, (D) Кале, (Е) Брокколи та (F) Бок-чой — вид зверху

Рис. 1.1 – Приклад вирощеної мікрозелені з різних видів рослин

Інші види трав, які зазвичай використовуються для вирощування мікрозелені, це зернові культури (овес, м'яка пшениця, тверда пшениця, кукурудза, ячмінь, рис), олійні рослини (соняшник) і навіть волокнисті рослини, такі як льон, а також багато ароматичних видів, таких як базилік, зелена цибуля, кінза та кмин.

Користь мікрозелені пов'язують з мікро- та макроелементами, такими як Fe, Zn, K, Ca, N, P, S, Mn, Se, Mo та ін. Окрім мінеральних компонентів, мікрозелень багата біологічними активними речовинами, які мають великий потенціал для покращення здоров'я людини та також допомагають у боротьбі з хворобами. Основні біоактивні сполуки, такі як аскорбінова кислота, філлохінони, α -токоферол, β -каротин, фенольні антиоксиданти, каротиноїди, антоціаніни, глюкозинолати та цукор присутні в мікрозелені в значних кількостях. Порівняння концентрацій біологічно активних речовин фітохімікатів в червонокачанної капусти (*Brassica oleracea L. var. capitata*) під час стадій мікрозелені та дорослого росту показало, що стадія мікрозелені має високий вміст філлохінону (2,8 мкг/100 г свіжої ваги), β -каротину (11,5 мг/100 г свіжої ваги) та глюкорафаніну

(4,8 мкмоль/г сухої ваги) порівняно з дорослою стадією. Однак антоціаніни є в більших кількостях на дорослій стадії порівняно з стадією дозрівання. Різноманітні біоактивні фітокомпоненти присутні в різних типах мікрозелені [32] – [37] – Таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Оцінка вмісту нутрієнтів у різних видах мікрозелені

Види мікрозелені (родина рослин)	Період вирощування, д.	Вміст нутрієнтів
Амарант (Amaranthaceae)	10	1. хлорофіл а – 0,25 мг/г 2. хлорофіл b – 0,20 мг/г 3. каротиноїди – 0,023 мг/г 4. антоціани – 9 мг/100 г 5. кислота аскорбінова – 0,031 мг/г
Червоний буряк (Amaranthaceae)	10	1. поліфеноли – 313,8 мг/100 г 2. бетаксантини – 432,7 мг/100 г 3. бетаціаніни – 226,7 мг/100 г
Кіноа (Amaranthaceae)	–	1. токофероли – 65 мкг/г 2. токотрієноли – 50 мкг/г 3. β-каротин – 738 мкг/г 4. жирні кислоти: а. α-ліноленова кислота – 35,1% б. ліноленова кислота—11,36% с. пальмітинова і стеаринова к-та – сліди д. олеїнова кислота – 5,11%
Шпинат (Amaranthaceae)	20	1. хлорофіли – 44 мкг/г 2. лютеїн – 54,2 мкг/г 3. β-каротин – 44 мкг/г 4. феноли – 632,3 мкг/г 5. кислота аскорбінова – 130,5 мкг/г
Мангольд (Amaranthaceae)	17	1. хлорофіли – 0,771 мг/г 2. каротиноїди – 0,122 мкг/г 3. феноли – 164 мкг/г 4. антоціани – 11,78 мкг/г 5. сахароза – 0,091 мг/г 6. відновлюючі цукри – 0,75 мг/г 7. цукри – 2,2 мг/г
Цибуля (Amaryllidaceae)	10 – 12	1. аскорбінова кислота – 29,9 мг/г 2. α-токофероли – 15,2 мг/г 3. β-каротин – 3,8 мг/г 4. щавлева кислота – 23,4 мг/г
Петрушка (Ariaceae)	19	1. поліфеноли – 0,5 мг/г 2. α-токофероли – 577,2 мкг/г

Види мікрозелені (родина рослин)	Період вирощування, д.	Вміст нутрієнтів
		3. аскорбінова кислота – 13,39 мг/г 4. β-каротин – 46,68 мкг/г 5. лютеїн – 106,62 мкг/г
Морква (Ariaceae)	7 – 14	1. хлорофіли – 290 мкг/г 2. поліфеноли – 250 мкг/г 3. антоціани – 10 мкг/г 4. α-токоферолі – 19 мкг/г 5. каротиноїди – 110 мкг/г
Коріандр (Ariaceae)	3 – 4	1. хлорофіл – 13,36 мг/кг 2. лютеїн – 98,6 мг/кг 3. β-каротин – 325,1 мг/кг 4. аскорбінова кислота – 121,40 мг/кг 5. поліфеноли – 15,25 мг/г
Дворядник тонколистий (Wild Rocket) (Brassicaceae)	17	1. хлорофіл – 1,007 мг/г 2. каротиноїди – 0,171 мкг/г 3. фенольний – 328 мкг/г 4. антоціани – 8,83 мкг/г 5. сахароза – 0,14 мг/г 6. відновлюючі цукри – 1,4 мг/г 7. цукри – 4,4 мг/г
Редька (Brassicaceae)	9	1. аскорбінова кислота – 52,31 мг/100 г 2. фенольні речовини – 135,74 мг/100 г 3. флавоноїди – 39,83 мг/100 г
Соєві боби (Fabaceae)	8	1. фенольні речовини – 5,5 мг/г 2. флавоноїди – 68 мг/г
Огірок (Cucurbitaceae)	9	1. аскорбінова кислота – 24,01 мг/100 2. фенольні речовини – 38,66 мг/100 г 3. флавоноїди – 17,15 мг/100 г
Джуг (Malvaceae)	9	1. кислота аскорбінова – 34,90 мг/100 г 2. фенольні речовини – 152,10 мг/100 г 3. флавоноїди – 142,39 мг/100 г
Цибуля-порей (Amaryllidaceae)	–	1. цукор – 0,5 мг/г 2. аскорбінова кислота – 9,1 мг/г 3. поліфеноли – 31,5 мг/100 г 4. хлорофіли – 26,5 мкг/г 5. каротиноїди – 341,01 мкг/г 6. амінокислоти – 755,4 мг/100 г
Зелений горошок (Leguminaceae)	–	1. цукор – 0,5 мг/г 2. аскорбінова кислота – 9,1 мг/г 3. поліфеноли – 108,5 мг/100 г 4. хлорофіли – 522,75 мкг/г 5. каротиноїди – 2794,4 мкг/г 6. амінокислоти – 397,9 мг/100 г

Наразі доведено, що вміст нутрієнтів та біологічно активних речовин має терапевтичний ефект у складі комплексних програм з лікування хронічних захворювань та дисфункцій: цукровий діабет, нефропатії, онкозахворювання, серцево-судинні захворювання, запалення різної етимології, ожиріння, анемія та ін. [38] – [42] – Рисунок 1.2.

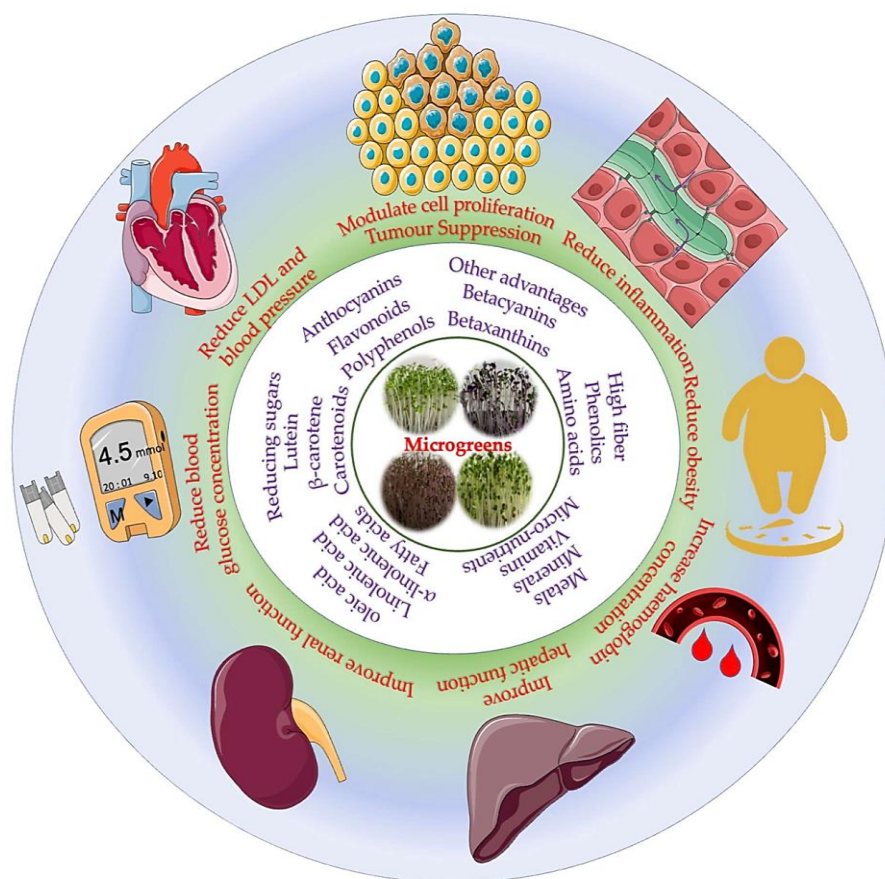


Рис. 1.2 – Концептуалізація біоактивного впливу нутрієнтів та фіто-нутрієнтів мікрозелені на здоров'я людини

Зазначений факт вказує на значущий потенціал використання мікрозелені як частини комплексних терапевтичних програм для лікування різноманітних хронічних захворювань та дисфункцій.

Нижче подано аналіз основних аспектів цього твердження:

1. Терапевтичний ефект нутрієнтів: мікрозелень визначається високим вмістом поживних речовин, таких як вітаміни, мінерали та біологічно активні сполуки, які притаманні певним рослинам. Ці компоненти мають відомі терапевтичні властивості і можуть впливати на різні системи організму.

2. Лікування захворювань серцево-судинної системи: зокрема, високий вміст антоціанінів, флавоноїдів та інших антиоксидантів у мікрозелені може позитивно впливати на здоров'я серцево-судинної системи, зменшуючи ризик серцевих захворювань.

3. Боротьба з запаленням: біологічно активні речовини, такі як біофлаваноїди та каротиноїди, можуть мати протизапальні властивості, сприяючи зменшенню запалення в організмі.

4. Антиканцерогенна дія: вміст антиоксидантів у мікрозелені, таких як бета-каротин та аскорбінова кислота, може допомагати в захисті клітин від ушкоджень та допомагати в профілактиці онкозахворювань.

5. Користь для пацієнтів з діабетом: мікрозелень може бути корисною для пацієнтів із цукровим діабетом, оскільки вона може допомагати в регулюванні рівня цукру в крові та підтримувати здоров'я під час цієї хвороби.

6. Боротьба з ожирінням: враховуючи високий вміст корисних речовин та низьку калорійність, мікрозелень може бути корисною частиною дієти для контролю ваги та запобігання ожирінню.

Загальною тенденцією є те, що використання мікрозелені у раціоні може допомагати в підтримці здоров'я та запобіганні ряду хронічних захворювань. Однак, важливо враховувати індивідуальні особливості пацієнта та консультиватися з фахівцем у галузі харчування перед внесенням змін у дієту.

Таким чином, мікрозелень, яка представляє собою ранні стадії росту рослин, відзначається високим вмістом поживних речовин та біологічно активних сполук, забезпечуючи значущий терапевтичний ефект. Забезпечуючи організм вітамінами, мінералами та антиоксидантами, вона сприяє загальному зміцненню імунітету та запобігає окисненню складових клітин, зменшуючи ризик хронічних захворювань. Мікрозелень підтримує серцево-судинну систему, бореться з запаленням, покращує здоров'я шкіри та зору, а також допомагає в управлінні вагою завдяки низькому вмісту калорій та високому вмісту корисних речовин. Включення мікрозелені в раціон може бути ефективним засобом поліпшення харчових звичок та підтримки здоров'я людей.

1.3 Вплив мікрозелені на якість хліба та хлібобулочних виробів

Проведено багато наукових досліджень з використання мікрозелені у якості фортифіканта для пшеничного борошна.

В публікації [43] висвітлено результати дослідження вмісту нутрієнтів та фітокомпонентів в хлібі, випеченому з борошна, фортифікованого мікрозеленню люпину (*Lupinus angustifolius*). У люпину присутні геністеїн і малонільований хризоеріол. Авторами було оцінено вплив хлібопечення на ці метаболіти з використанням матеріалу люпину двох онтогенетичних стадій як доданого інгредієнта до хліба на основі пшениці. У «мікрозеленому хлібі з люпину» не виявлено зниження геністеїну порівняно з необробленим рослинним матеріалом. Глікозиди хризоеріолу показали невелике зниження, викликане процесом хлібопекарства в «мікрозеленому хлібі з люпином» і «хлібі з листям люпину». У хлібі каротиноїди та хлорофіли набували перетворень, що спричинено утворення феофітину. Таким чином, мікрозелень люпину є придатним натуральним інгредієнтом для посилення корисних для здоров'я вторинних рослинних метаболітів у хлібі і навіть може використовуватися для приготування хліба для конкретних потреб здоров'я споживача.

У дослідженні [44] визначається вплив мікрозелені пирію та квасолі мунг на фізико-хімічні, текстурні, сенсорні, антиоксидантні властивості та сенсорні властивості безглютенових рисових кексів без яєць. У цьому дослідженні безглютенові кекси без яєць готували шляхом додавання порошку пирію і мікрозелені бобів мунг в рисове борошно на рівнях 2 %, 4 % і 6 %. Була оцінена реологія тіста та вивчені зміни фізико-хімічних, текстурних, антиоксидантних, сенсорних властивостей і фенольного складу. В'язкопружність тіста, твердість, клейкість і жувальна здатність підвищилися, тоді як висота та питомий об'єм мафінів зменшилися за рахунок підвищення рівня включення порошку пирію та бобів мунг. Мафіни з включенням порошку пирію та бобів мунг продемонстрували більш високий вміст білка, харчових волокон, фенолів, флавоноїдів і антиоксидантні властивості. Здобні кекси з включенням порошку пирію були багаті загальним вмістом вільних і зв'язаних фенольних кислот, тоді як кекси з вклю-

ченням бобів мунг мали більше загальних вільних і зв'язаних флавоноїдів. Мафіни з вмістом 6 % бобів мунг отримали оцінку нижче, тоді як кекси з вмістом 2 % порошку пирію були прийнятними з кращим харчовим профілем, схожою зв'язністю, пружністю та питомим об'ємом, як у кексів з одного рису.

Увага дослідження [45] спрямована на визначення вмісту кон'югатів ізотіоціанат-білок у хлібі, випеченому з борошна фортифікованого овочами та мікрозеленню. Автори зазначають, що овочі рослинного порядку Brassicales мають корисні для здоров'я властивості, оскільки вони забезпечують високий вміст глюкозинолатів (GLS) і похідних від них продуктів розпаду, індукованих ферментами та нагріванням, таких як ізотіоціанати (ITC). Окрім позитивних фізіологічних ефектів, ізотіоціанати є електрофільними та можуть вступати в реакції з харчовими компонентами, такими як білки. Відповідно до тенденції вдосконалення традиційних харчових продуктів з інгредієнтами, багатими на глюкозинолатів, взаємодія ізотіоціанатів з білками може зменшити властивості обох компонентів — цінність і функціональність білка, а також біоактивність ізотіоціанатів.

Дослідження показало, що глюкозинолати та продукти їх розпаду, такі як ізотіоціанати, мігрують у навколишню харчову матрицю та вступають у реакції з білками, що, у свою чергу, може призвести до зміни властивостей білка та зниження біодоступності ізотіоціанатів та лізину.

Автори дослідження [46] встановили, що мікрозелень шпинату (*Spinacia oleracea*) запобігає утворенню кінцевих продуктів глікації в хлібі. У дослідженні зазначається, що утворення кінцевих продуктів розширеного глікування у щоденному раціоні становить велику загрозу для здоров'я людини, оскільки глікування тісно пов'язані з деякими хронічними метаболічними захворюваннями. Автори досліджували антиглікативну здатність деяких популярних видів мікрозелені. В даному дослідженні встановлено, що молодий шпинат (*Spinacia oleracea*) мав найвищу антиглікативну активність протягом 4-тижневої інкубації, причому основним шляхом дії було антиоксидантне. Крім того, модель хліба була створена для оцінки його антиглікативного потенціалу в моделі реаль-

ної їжі. Результати показали, що фортифікація хлібу мікрозеленню шпинату значно пригнічує процес глікування, забезпечуючи прийнятний смак і якість їжі. Подальші дослідження показали, що антиглікативні компоненти були в основному розподілені в листках, і були попередньо визначені як похідні хлорофілу. Підсумовуючи, це дослідження підкреслило антиглікативні переваги мікрозелені шпинату, який можна перетворити на здорову функціональну їжу.

У публікації [47], описуються результати дослідження реологічних властивостей та характеристик тіста пшеничного хліба з додаванням порошку мікрозелені ліофілізованої листової капусти (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*). Авторами було оцінено вплив заміни 5 або 10 % пшеничного борошна на мікрозелень ліофілізованої листової капусти (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*) на реологію тіста та характеристики хліба (фізичні та текстурні властивості, сенсорна прийнятність, схильність до черствіння). Фаринографічний аналіз показав збільшення часу прояву, індексу толерантності до змішування та водопоглинання. Частка ліофілізованої листової капусти в тісті позитивно впливала на зміну деяких його реологічних властивостей. Проте додавання мікрозелені ліофілізованої капусти в тісто призвело до помітного зменшення об'єму хліба приблизно на 10 %, а пористості приблизно на 8 %, незважаючи на відсутність статистичної значущості. Статистично значущі зміни були виявлені в розмірі пор і наявності великих пор в крихті, тоді як щільність пор збільшилася. Збагачення хліба мікрозеленню ліофілізованої листової капусти вплинуло на зниження яскравості м'якушки при збільшенні частки жовтого та зеленого кольору внаслідок значного підвищення вмісту пігментів хлорофілу та каротиноїдів. Хліб, збагачений ліофілізованою листовою капустою на етапі мікрозелені, мав нижчу прийнятність, ніж контрольний хліб. Збагачення хліба порошкоподібною капустою, отриманою з мікрозелені, також спричиняло небажані зміни текстури м'якушки.

За результатами огляду низки публікацій спостерігаємо, що дослідники оцінюють вплив фортифіканта на основі мікрозелені за кінцевим продуктом борошняного виробництва – якісними показниками хлібобулочного виробу.

Дослідники фокусуються саме на якості готового виробу, залишаючи поза увагою сировинну складову досліджуваної продукції. Вочевидь, необхідні додаткові дослідження з комплексною оцінкою якісних показників отриманих продуктів, фортифікованих мікрозеленню, з обов'язковим урахуванням в першу чергу, їх біологічної цінності, можливості подальшого впливу на стан здоров'я споживачів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Виробництво з пшениці борошна вищого гатунку супроводжується значною втратою вітамінів, зокрема вітамінів групи В.

2. Одним з безпекових аспектів сучасного світу є продовольча безпека. Хліб та хлібобулочні вироби є стратегічною продукцією, що складає базисну основу харчової промисловості держави та є одночасно продуктом високої соціальної значимості. Підвищення його біологічної цінності сприяє покращанню харчового статусу населення.

3. Сучасним трендом у виробництві харчової продукції є фортифікація та вітамінізація борошна вищого сорту. Мікрозелень містить концентрат біологічно активних речовин. Її використання для фортифікації борошна вищого гатунку є перспективним.

РОЗДІЛ 2 ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт і схема проведення досліджень

Об'єктом дослідження була фортифікація пшеничного борошна вищого гатунку мікрозеленню.

Проводилася оцінка борошна пшеничного з додаванням висушеної мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику з визначенням показників якості отриманих зразків.

Дослідження були проведені у 2023 році в ОНТУ на кафедрі харчової хімії та експертизи.

Схема проведення досліджень наведена на рисунку 2.1.



Рис. 2.1 – Схема проведення досліджень

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Визначення органолептичних показників

Для дослідження якості борошна користувалися наступними методами (табл. 2.1) [25].

Таблиця 2.1 – Методи дослідження показників якості борошна

Показник	Характеристика методу	НД
Колір	Візуально	ДСТУ 46.004-99
Смак, запах	Візуально	ДСТУ 46.004-99
Вміст мінеральних домішок	Якісне визначення	ДСТУ 46.004-99
Вологість	Гравіметричне після висушування	ГОСТ 27492–87
Зольність	Спалювання у муфельній печі	ГОСТ 27494–87
Якість та кількість клейковини	Якісне та кількісне визначення	ГОСТ 27839–88

До органолептичних показників борошна належать: колір, смак, запах, вміст мінеральних домішок

Колір борошна визначили при денному світлі. При дослідженні використовують 3-5 г продукту що поміщають на чорний папір і злегка натискають скляною пластинкою.

Для встановлення запаху 20 г продукту поміщають на чистий папір і зігрівають диханням. Для посилення запаху продукт висипають у склянку, заливають гарячою (60 °С) водою, збовтують і залишають на кілька хвилин. Потім зливають воду і визначають запах. Смак і домішка піску визначають розжовуванням приблизно 1 г продукту.

Таким чином борошно, що надійшло до продажу, повинно бути сухим на дотик, не грудкуватим (якщо затиснути його в руці, а потім розтиснути, воно повинно розсипатися). Смак повинен бути злегка солодкуватим, запах - нор-

мальним, специфічним. Колір борошна залежить від виду сировини, сорту, якості зерна, способу його переробки, наявності домішок. Пшеничне борошно має бути білого кольору з жовтуватим відтінком, житнє - сірувато-білого. Борошно з вмістом висівок більш темного кольору.

2.2.2 Визначення вологості борошна пшеничного

Метод базується на випаровуванні вільної води із зразка при температурі вище 100 °С. Він є стандартним методом визначення вологості зерна та борошна і дозволяє отримати достатньо точні результати протягом 70-80 хв. [48]. Прискорення процесу сушіння досягається завдяки підвищенню температури до 130 °С та інтенсивній циркуляції сушильного агенту, що забезпечується вентилятором. Сушіння проводять в шафі СЕШ-3М.

Прилади і посуд: сушильна шафа СЕШ-3М, ваги лабораторні загального призначення, металеві бюкси, щипці, ексікатор.

Техніка аналізу. На вагах зважують бюкси і беруть в них наважку борошна масою 5,00 г і ставлять їх у сушильну шафу. При досягненні в сушильній шафі температури 130 °С зразки висушують протягом 40 хв. Потім бюкси щипцями виймають з шафи, закривають кришкою, охолоджують у ексікаторі до кімнатної температури і повторно зважують. Вологість у відсотках (W) розраховують за формулою, %:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100 ,$$

де m_1 – маса бюкси з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкси з наважкою після висушування, г;

m - маса пустої бюкси, г.

2.2.3 Визначення зольності борошна пшеничного

Зольність борошна використовують як непрямий показник визначення сорту всіх видів і сортів [49]. Це пов'язано з тим, що мінеральні речовини розподілені в тканинах злаків нерівномірно. У складі ендосперму практично немає мінеральних речовин і тому борошно вищого сорту має найменшу зольність.

Борошно, до складу якого у процесі виробництва потрапляють алейроновий шар і оболонки, має більшу зольність.

На аналітичних терезах зважити два фарфорових тигля, а потім в цих тиглях взяти наважки борошна по 1,5–2,0 г (точність зважування 0,0001 г). Тиглі з борошном спочатку розміщують біля дверцят муфельної печі, яка попередньо була розігріта до темно-червоного кольору (приблизно 800 °С).

Спочатку з тиглів виділяються продукти сухої перегонки, свідомством чого є різкий запах, який поступово зникає по мірі того, як згоряють органічні речовини. В цей час треба постійно стежити за тиглями, щоб борошно не загорілося. Після того, як різкий запах продуктів сухої перегонки зникає, тиглі можна здвинути подалі у муфельну піч. Спалювання наважки борошна треба продовжувати до повного зникнення чорних частинок, тобто доки колір золи не стане білим або ледве сіруватим. Після цього тиглі спеціальними щипцями необхідно перенести в ексикатор для охолодження.

Охолодженні до кімнатної температури тиглі треба зважити і знову на 20 хв. поставити у муфельну піч для повторного спалювання. Так необхідно продовжувати до тих пір, доки маса золи у тиглях стане постійною.

Зольність борошна у перерахунку на суху речовину розрахувати за формулою:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 100}{q \cdot (100 - B)}$$

де: X – зольність борошна, %;

a – маса золи, г;

q – наважка борошна, г;

B – масова частка вологи борошна, %.

2.2.4 Визначення кількості та якості клейковини борошна пшеничного

Клейковина – це в'язка еластична маса, що утворюється за рахунок набрякання у воді білків борошна, що розчиняються у спиртах та лугах, гліадину та глютеніну. Здатність цих білків не розчинюватися у воді дозволяє

виділити їх із тіста та визначити їх основні властивості, що мають велике значення при формуванні хлібопекарських властивостей пшеничного борошна.

При визначенні кількості клейковини треба з досліджуваного зразка борошна замісити тісто, дати білкам набрякнути, а потім промити його у воді [50].

Хід роботи. Зважити у посудині 25 г борошна і поступово додати до нього 13 мл водопровідної води з температурою 18–20 °С і замісити тісто. Тісто повинно мати однорідну та достатньо щільну консистенцію. З тіста зробити кульку, покласти в посудину, накрити склом і залишити для набрякання білків на 20 хв. За цей час білки набрякнуть і сформуєть клейковину.

У кристалізатор чи іншу посудину об'ємом біля 1,5–2 л налити водопровідної води, занурити в неї тісто і починати обережно відмивати клейковину, поступово збільшуючи тиск пальців на кульку тіста. По мірі відмивання із тіста крохмалю та оболонок клейковина набуває еластичної та пружної консистенції. Тепер вона добре розтягується, що дає змогу практично повністю вимити з неї крохмаль. Час від часу воду треба замінювати на чисту.

Клейковина вважається відмитою тоді, коли крапля йоду, нанесена на її поверхню, не набуває синього кольору, що є доказом того, що весь крохмаль вимитий.

Щоб видалити з клейковини залишки води її добре віджимають між долонями до тих пір, доки вона не почне трохи прилипати до рук.

Відмиту та підсушену клейковину треба зважити з точністю до 0,01 г і знову промити на протязі 5 хв. Повторно підсушити і знову зважити. Якщо різниця маси між двома послідовними зважуваннями не перевищує 0,1 г, значить клейковина відмита повністю. Кількість клейковини виражають у відсотках до маси борошна, тобто масу відмитої клейковини треба помножити на 4.

Визначення якості клейковини

Із клейковини, яка повністю відмита і зважена беруть наважку 4 г.

Клейковину 3 – 4 рази мнуть пальцями формують в шарики і кладуть на 15 хв, в чашку з водою при температурі 18 ± 2 °С. Після цього визначають пружні властивості приладом ІДК –1 (вимірювач деформації клейковини, 1 мо-

дель). Прилад служить для визначення групи якості клейковини пшениці по її здатності здійснювати опір деформації.

Порядок роботи з приладом ІДК – 1

В центрі опорного столика розміщують зразок клейковини, який підготовлений до випробування по стандартній методиці. Натискають кнопку “Пуск” і через 2-3 сек. Відпускають її.

Пуасон (верхня пластинка) опускається і починає відрахунок часу, на протязі якого пуасон з силою 120 г тисне на клейковину (30 сек). Чим менша пружність клейковини, тим нижче опускається пуасон, тим більші будуть показники приладу. В залежності від показників приладу, які виражаються в умовних одиницях клейковину відносять до відповідної групи якості (табл 2.2).

Таблиця 2.2 – Характеристика якості клейковини

Показники приладу в умовних одиницях	Група якості	Характеристика клейковини
Від 0 до 15 і від 105 до 120	III	Незадовільна
Від 20 до 40 і від 80 до 100	II	Задовільна
Від 45 до 75	I	Добра

2.2.5 Визначення вмісту хлорофілу та каротиноїдів у сировині

Для проведення експерименту сировину (мікрозелень сушена) попередньо подрібнювали, просіювали крізь сито d 1мм. Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів здійснювали спектрофотометричним методом. Для виділення пігментів з мікрозелені використовували етанол. [51]

Порядок роботи. Кількісне визначення здійснювали за такою методикою: 0,1 г (точна наважка) подрібненої сировини вміщували в ступку і розтирали з невеликою кількістю кварцового піску, додавали 2–3 см³ 96 % етанолу та ретельно розтирали протягом 2–3 хв. Одержану витяжку зливали по скляній палочці на скляний фільтр, фільтрат збирали в колбу, загальний об'єм екстракту ста-

новив 25 мл. Оптичну густину екстрактів пігментів визначали за довжини хвилі 441 нм. Розчином порівняння був 96 % етанол. Концентрацію хлорофілів та каротиноїдів розраховували за наступними формулами:

$$C_{\text{хл.а}} = 13.70 A_{665} - 5.76 A_{649}$$

$$C_{\text{хл.б}} = 25.80 A_{649} - 7.60 A_{665},$$

де A_{644} — оптична густина розчину за довжини хвилі 644 нм;

A_{662} — оптична густина розчину за довжини хвилі 662 нм.

$$\text{Скар} = 4.695 A_{441} - 0.268 (C_a + C_b),$$

де A_{441} — оптична густина розчину за довжини хвилі 441 нм;

$(C_a + C_b)$ — сумарний вміст хлорофілів а та б в розчині, мг/л.

Після встановлення концентрації пігментів, розраховують їх кількісний вміст (X , мг/г) за формулою:

$$X = \frac{V \cdot C}{m \cdot 1000}$$

де: V — об'єм спиртової витяжки, см^3 ;

C — концентрація хлорофілу у спиртовій витяжці, мг/л;

m — маса наважки сировини, г.

2.2.6 Визначення вітаміну B_1 (тіаміну)

Спосіб ґрунтується на реакції окиснення тіаміну бромом в присутності піридину. Утворюється глутаконовий альдегід, який має жовтий колір. При додаванні натрій гіпосульфїту утворюється комплекс, якому притаманний жовто-гарячий колір. Його фотометрують при довжині хвилі 440 нм.

Прилади і реактиви. Колби мірні на 50 і 100 мл, фотоелектроколориметр, розчин піридину 7 %, розчин броду 0,3 %, натрій тіосульфат 4 %, натрій гідроксид 4 %.

Порядок роботи. 50 мг досліджуваного матеріалу розчиняють у воді в мірній колбі об'ємом 100 мл. З неї відбирають 1 мл розчину, вміщують в мірну колбу об'ємом 50 мл, додають 5 мл води, 10 мл 7 %-го розчину піридину, 10 мл 0,3 %-го розчину броду в воді і струшують. Потім додають 5 мл 0,2 н розчину натрій тіосульфату, 15 мл 4 %-го розчину натрій гідроксиду і доводять водою

до мітки. Через 3 хвилини виміряють оптичну густину розчину на фотоелектроколориметрі при довжині хвилі 440 нм.

Калібрувальний графік будують за тіаміном.

2.2.7 Визначення вітаміну В₂ (рибофлавіну)

Прилади і реактиви. Ваги аналітичні, баня водяна, рибофлавін (стандарт), оцтова кислота льодяна, розчин хлоридної кислоти 0,1 н, розчин натрій гідроксиду 1 н, розчин калій перманганату концентрацією 3 г/100 мл, розчин гідроген пероксиду концентрацією 2,8-3,2 г/100 мл, натрій гідросульфід, розчин натрій ацетату концентрацією 10 г/100 мл, флуорометр з жовто-зеленим фільтром.

Порядок роботи. Готують стандартний розчин рибофлавіну. Зважують 50 мг попередньо висушеного вітаміну вміщують в колбу ємністю 100 мл, додають 10 мл льодяної оцтової кислоти і 80 мл води. Колбу закривають і нагрівають на водяній бані до розчинення вітаміну. Розчин доводять до мітки, перемішують.

Наважку досліджуваного зразка, який містить не менше 0,5 г вітаміну, вміщують в мірну колбу ємністю 100 мл, додають 50 мл 0,1 н хлоридної кислоти і нагрівають на водяній бані при 80-90 °С протягом 30 хвилин, охолоджують і обережно додають натрій ацетат до рН 4,5, доводять водою до мітки, перемішують і фільтрують. Розчин збирають в 6 пробірок ємністю по 10 мл. В перші 3 пробірки додають по 1 мл розчину стандарту, в інші три по 1 мл води. В усі пробірки додають льодяну оцтову кислоту по 1 мл, змішують, потім розчин калій перманганату – по 0,5 мл, знову перемішують. Через 2 хвилини в усі ємності додають по 0,5 мл розчину перекису гідрогену, перемішують. Вимірюють інтенсивність флуоресценції на флуорометрі. В усі пробірки додають розчин натрію гідросульфїту, струшують і знову визначають інтенсивність флуоресценції. Отриманні значення вчитують зі значень, які отримали до додавання натрію гідросульфїту.

Вміст рибофлавіну X, мг/кг розраховують за формулою:

$$X = \frac{500 \cdot IH}{H \cdot (IC - IH)}$$

де IH – інтенсивність флуоресценції зразка,

IC – інтенсивність флуоресценції стандарту,

H – маса наважки, г

2.2.8 Визначення антиоксидантної активності

Критерій оцінки антиоксидантної активності засновано на каталізі переносу електрону продуктом в системі «відновлений нікотинамідаденіндинуклеотид NAD·H₂ – фериціанід калію K₃[Fe(CN)₆]» [52].

В якості стандартної речовини для порівняння антиоксидантної активності зразків обрали галову кислоту, для якої біологічна активність склала 4500 у.о. для розчину з концентрацією C=1 г/дм³

Експериментальні дослідження по визначенню оптичної густини проводили на приладі: фотоколориметр КФК-2, λ = 315 нм.

Контрольний дослід: в суху пробірку поміщають 3 см³ розчину фероціаніду калію; 6 см³ буферного розчину з рН = 7; і 1 см³ розчину, що містить систему NAD·H₂. Суміш швидко перемішують і знімають оптичну густину АК₁. Через 180 с. знімають оптичну густину у кінці реакції АК₂. Розчином порівняння служить дистильована вода.

Розраховують величину за формулою:

$$\Delta AK = AK_2 - AK_1$$

де: ΔAK – зміна оптичної густини контрольної системи в результаті прямого окислення НАД · Н₂ фериціаніду калію;

AK₁ – вихідна оптична густина; AK₂ – оптична густина через 180 с.

Дослідження зразка матеріалу. У суху пробірку вміщують 3 см³ фериціаніду калію; 5 см³ буферного розчину рН = 7; 1 см³ NAD · Н₂; 1 см³ досліджуваного матеріалу. Суміш швидко перемішують і знімають оптичну густину. Розчином порівняння служить суміш 9 см³ дистильованої води і 1 см³ досліджуваного матеріалу.

Розраховують величину за формулою:

$$\Delta AM = AM_2 - AM_1$$

де: ΔAM - зміна оптичної густини системи в присутності матеріалу.

AM_1 - вихідна оптична густина; AM_2 - оптична густина через 180 с.

Обробка результатів. Біологічну активність БА обчислюють за формулою:

$$BA = \frac{\Delta AM \times V_{розв}}{\Delta AK \times m_{зраз}}$$

де: $V_{розв}$ - об'єм розведення досліджуваного зразку;

$m_{зраз}$ - маса досліджуваного зразку.

ΔAM - зміна оптичної густини системи в присутності матеріалу;

ΔAK - зміна оптичної густини контрольної системи в результаті прямого окислення $HA \cdot H_2$ фериціаниду калію.

РОДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ОТРИМАННЯ ВІТАМІНІЗОВАНОГО БОРОШНА ТА ЕКСПЕРТИЗА ЙОГО ЯКОСТІ

3.1 Матеріали досліджень

Для проведення досліджень було обрано борошно пшеничне вищого гатунку популярного українського виробника – ТМ «Київмлин» (рис. 3.1):



Рис.3.1 – Борошно пшеничне вищого гатунку ТМ «Київмлин»

Дана продукція повинна відповідати національному стандарту ДСТУ 46.004-99 «Борошно Пшеничне. Технічні умови» [25].

Для зразка було проведено контроль маси, органолептичних показників; серед фізико-хімічних показників визначали вологість, зольність.

Зразок борошна характеризувався такими показниками:

- Колір білий, білий з жовтуватим відтінком;
- За запахом борошно мало усі якості, властиві пшеничному борошневі, без сторонніх запахів, не затхле, не плісневє;
- За смаком у борошні були відсутні усі сторонні присмаки, такі як кислі та гірки. Тобто борошно мало смак, що властивий борошнові.

Отже за переліченими сенсорними показниками борошно відповідало ДСТУ 46.004-99.

Вологість борошна становила 14,0 %, зольність 0,47 %, тобто за фізико-хімічними показниками воно також повідало вимогам ДСТУ для борошна вищого гатунку.

У подальшому для проведення експериментальних досліджень використовували саме борошно, що виробляється ТМ Київмлин. Цей зразок розглядали як зразок для порівняння (контроль).

В останні роки мікрозелень з насіння різноманітних культур набуває широкої популярності в якості повноцінного компонента раціону харчування людини.

На сьогодні вирощують мікрозелень із різноманітного насіння. Ми розглядали декілька видів, які є представниками: зернових культур – пшениця, зернобобових – горох та олійних – соняшник (рис 3.2). Саме така мікрозелень є затребуваною і користується попитом серед широких кіл споживачів. Отже психологічний бар'єр для її використання в складі їжі подоланий.



Рис. 3.2 – Зразки мікрозелені різних культур

Для дослідів використовували мікрозелень, яка є в роздрібному продажу в супермаркетах. Її вирощують з відповідного зерна протягом 1-2 тижнів на гідропонному субстраті. Вирощений за таких умов продукт не забруднюється небезпечними речовинами, які є в оточуючому середовищі, при вирощуванні рослин в ґрунті. Мікрозелень зрізали ножицями, ретельно промивали водою для видалення з поверхні небажаної мікрофлори.

Досліджувані зразки сушили в сушарці Hydraflow ezidri snackmaker при температурі 62-65 °C протягом 36 годин і в подальшому подрібнювали на лабораторному млині.

Було визначено вологість зразків мікрозелені. Встановлено, що вологість мікрозелені гороху становила 12,8 %, пшениці – 13,7 %, соняшнику – 12,9 %. За цим показником вони наближалися до вологості борошна, не перевищуючи її. Таким чином це не створювало перепон для приготування дослідних зразків пшеничного борошна, фортифікованого мікрозеленню, шляхом безпосереднього контакту цієї сировини з борошном.

Дослідні зразки борошна готували ретельним перемішуванням висушених подрібнених зразків мікрозелені різних культур з борошном, заміщуючи певний відсоток борошна мікрозеленню: 3, 5 або 7 % відповідно.

3.2 Сенсорні і фізико-хімічні показники фортифікованого борошна

Сенсорні і фізико-хімічні характеристики отриманих зразків, де замість 5 % борошна пшеничного вищого сорту додано мікрозелень гороху, пшениці, соняшнику, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Сенсорні і фізико-хімічні показники якості борошна з додаванням мікрозелені

Показник	Борошно (контроль)	Борошно з додаванням 5 % мікрозелені		
		гороху	пшениці	соняшнику
Колір	Білий	Білий	Білий	Білий з жовтим відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, солодкуватий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вологість, %	14,0	14,1	13,6	13,8
Зольність, %	0,47	0,50	0,49	0,51

Отримані результати свідчать, що введення 5 % досліджуваних видів мікрозелені не спотворює сенсорні властивості борошна, а саме колір, запах, смак, всі вони відповідають вимогам ДСТУ. Відповідно, результати аналізу зразків борошна з введенням меншою кількістю, а саме 3 % мікрозелені досліджуваних видів за сенсорними характеристиками також відповідали ДСТУ.

За такими фізико-хімічними показниками, як вологість і зольність зразки фортифікованого борошна також відповідали вимогам ДСТУ.

3.3 Характеристика борошна, фортифікованого мікрозеленню, за вмістом і якістю клейковини

Експериментальні зразки борошна, збагачені мікрозеленню, характеризували також за виходом і якістю клейковини. (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Характеристика зразків борошна, фортифікованих мікрозеленню, за вмістом і якістю клейковини

Зразок	Вихід клейковини, %	Еластичність клейковини за ІДК
Борошно (контроль)	25,8	62,1
Борошно з додаванням мікрозелені		
Мікрозелень гороху 3 %	26,4	59,8
Мікрозелень гороху 5 %	26,9	65,9
Мікрозелень гороху 7 %	27,0	72,0
Мікрозелень пшениці 3 %	26,7	59,4
Мікрозелень пшениці 5 %	26,6	61,4
Мікрозелень соняшника 3 %	26,0	60,2
Мікрозелень соняшника 5 %	26,6	63,7

Як видно з отриманих результатів, введення мікрозелені не тільки не призводить до зниження виходу клейковини, але сприяє підвищенню цього показника для всіх розглянутих зразків. Як відомо, проростки містять розчинні білки, і вони, ймовірно, можуть брати участь у формуванні клейковини. Натомість якість клейковини покращується за рахунок збагачення борошна мікрозеленню культур, які, на відміну від пшениці, взагалі не синтезують білків, що належать

до тих груп білків – гліадину і глютеніну, які здатні формувати клейковину. Проте такий процес є дуже складним і в ньому можуть брати участь і речовини небілкової природи, які можуть взаємодіяти з комплексом клейковинних білків, до того ж і підвищуючи його пружність.

Клейковина є важливим фактором хлібопекарських властивостей пшеничного борошна, і в цьому сенсі має значення як кількісний показник, так і показники якості клейковини.

Слід наголосити, що додавання мікрозелені гороху в кількості 5 і 7%, а також мікрозелені соняшнику в кількості 5 % сприяє підвищенню еластичності клейковини пшеничного борошна в порівнянні з контрольним зразком.. Окрім того, слід зауважити, що всі досліджувані зразки входили до інтервалу показників ІДК 45-75, що дозволяє віднести клейковину до 1 групи якості і відповідно оцінити її якість як «добру».

Отже, якихось попередніх результатів, які б вказували на обмеженість подальшого використання борошна, збагаченого мікрозеленню, для виробництва хліба, хлібобулочних та інших виробів отримано не було.

3.4 Характеристика борошна, фортифікованого мікрозеленню, за вмістом біологічно активних речовин

З метою оцінки перспектив використання мікрозелені як компонента, призначеного для фортифікації борошна вітамінами, було проведено визначення деяких з них. Результати аналізу мікрозелені представлена в таблиці 3.3.

Порівняльна характеристика мікрозелені різних культур однозначно свідчить, що з точки зору збагачення борошна вітамінами V_1 і V_2 найменш перспективною є мікрозелень пшениці. Найбільшим вмістом вітамінів V_2 і Е характеризується мікрозелень соняшнику. Вочевидь, високий вміст токоферолу пов'язаний з належністю соняшнику до олійних культур. Проте за вмістом каротиноїдів переважає мікрозелень гороху, до таких саме показників наближається і пшениця. Тобто в даному сенсі представники зернових і бобових культур мають суттєву перевагу, за вмістом каротиноїдів вони перевершують соняшник більше, ніж в 4 рази.

Таблиця 3.3 – Вміст деяких біологічно активних інгредієнтів в мікрозелені, мг/100 г

Показник	Мікрозелень		
	гороху	пшениці	соняшнику
Вітамін В ₁	1,02	1,32	1,30
Вітамін В ₂	5,55	6,58	9,59
Вітамін Е	1583,8	1949,6	2222,1
Хлорофіл	4,74	5,5	3,92
Каротиноїди	1,213	1,065	0,025

За вмістом хлорофілу серед розглянутих культур переважає пшениця, горох і соняшник містять його дещо в меншій кількості.

Згідно вимог щодо фортифікації борошна пшеничного вітамінами, кількість рибофлавіну вітаміну В₂, який додають до 100 г борошна, має не перевищувати 0,4 мг, таке дозування також відноситься і до тіаміну В₁. Проте борошно є дефіцитним в першу чергу саме на рибофлавін, вміст якого у досліджуваному контрольному зразку борошна становив 0,10 мг в 100 г, а вміст тіаміну 0,32 мг в 100 г.

Грунтуючись на наявній інформації, можна розрахувати кількість введеного вітаміну і його вміст в фортифікованому борошні.

З наведених даних (табл. 3.4) видно, що тільки при фортифікації борошна мікрозеленню соняшника в кількості 5 % спостерігається перетин допустимої межі – 0,4 мг рибофлавіну, що додається до 100 г борошна. Вочевидь, в цьому випадку доцільно обмежитись 4 % мікрозелені соняшника, тоді кількість доданого рибофлавіну вкладається в інтервал, який допускається. В усіх інших розглянутих варіантах кількість вітамінів В₁ і В₂ залишається в межах допустимого.

Таблиця 3.4 – Вміст тіаміну і рибофлавіну в фортифікованому борошні

Мікрозелень	Кількість доданого вітаміну, мг		Вміст вітаміну в 100 г фортифікованого борошна, мг	
	тіамін	рибофлавін	тіамін	рибофлавін
гороху 3 %	0,031	0,167	0,351	0,267
гороху 5 %	0,051	0,278	0,371	0,378
гороху 7 %	0,071	0,389	0,391	0,489
пшениці 3 %	0,040	0,197	0,360	0,297
пшениці 5 %	0,066	0,329	0,386	0,429
соняшнику 3 %	0,039	0,288	0,359	0,388
соняшнику 5 %	0,065	0,480	0,385	0,580

Для оцінки антиоксидантної активності досліджуваної рослинної сировини – зразків мікрозелені був застосований біологічний метод, який враховує два основних фактори:

- міжмолекулярну взаємодію інгредієнтів, які входять в склад продукту;
- кооперативний вклад біологічно активних компонентів в інтенсивність електронного транспорту, моделюючий енергетичний гомеостаз організму

Цей показник дозволяє оцінити непрямим шляхом наскільки досліджувані об'єкти, а саме мікрозелень, може збільшувати загальну неспецифічну опірність організму.

Дана модель поширено використовується для визначення біологічної активності харчових продуктів різноманітної природи, в першу чергу враховується фактор антиоксидантної активності. Порівняльна характеристика мікрозелені наведена в таблиці 3.5. При розрахунках за еталон прийнято галову кислоту.

Показник антиоксидантної активності в даному випадку є інтегральною характеристикою, яка обумовлена присутністю низки біологічно активних сполук, до яких належать, зокрема, токофероли, біофлаваноїди, каротиноїди тощо.

Таблиця 3.6 – Біологічна та антиоксидантна активність мікрозелені

Зразок	Електронно- транспортна активність у системі $\text{NAD}\cdot\text{H}_2 - \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у.о.	Антиоксидантна активність відносно галової кислоти
Екстракт мікрозелені пшениці	1600	0,35
Екстракт мікрозелені гороху	5500	1,22
Екстракт мікрозелені соняшнику	8650	1,92
Галова кислота	4500	1

Отримані результати не дозволяють оцінити внесок окремих груп біологічно активних речовин. Натомість, лідируюча позиція беззаперечно належить мікрозелені соняшнику. Зважаючи на результати, представлені в табл. 3.3, можна уявити, що це, насамперед, пов'язано із значним, в порівнянні з іншими культурами, вмістом токоферолів. Найменший показник, який притаманний мікрозелені пшениці, обумовлений меншим вмістом у її складі каротиноїдів і, ймовірно інших сполук, в тому числі біофлавоноїдів.

3.5 Вимоги до показників якості та безпечності сировини та готової продукції

Виготовлення якісної продукції починається з правильного за агротехнічними прийомами вирощування пшениці, відповідального відношення до збору врожаю та первинної обробки, дотримання умов первинної обробки та зберігання зерна на сільськогосподарських підприємствах. За умов простежуваності та дотримання усіх вимог, пшениця до млина поступає належної якості та безпечності. Хлібопекарське борошно виробляють з м'якої пшениці 1-3 класів, вимоги до якої регламентуються ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» [53] (табл. 3.7).

З необов'язкових показників рекомендують визначати ураженість зерна клопом-черепашкою: не більше 1 % для зерна 1 класу і не більше 2 % для 2-3 класу; сила борошна в одиницях альвеографа: не менше 220 для зерна 1 класу; 160 – для 2 класу ; 130 – для 3 класу.

Таблиця 3.7 - Вимоги до показників якості м'якої пшениці

Показник	Характеристика і норма за класами		
	1	2	3
Натура, г/л, не менше	775	750	730
Склоподібність, %, не менше ніж	50	40	не обмежено
Вологість, %, не більше	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше, зокрема	5,0	8,0	8,0
биті зерна	5,0	5,0	5,0
зерна злакових кудьгур	3,0	4,0	4,0
пророслі зерна	2,0	3,0	3,0
Сміттева домішка, %, не більше, зокрема	1,0	2,0	2,0
мінеральна домішка,	0,3	0,5	0,5
зокрема галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,15
зіпсовані зерна, зокрема:	0,3	0,5	0,5
фузаріозні зерна	0,3	0,5	0,5
шкідлива домішка, зокрема	0,1	0,1	0,2
сажка і ріжки (разом)	0,05	0,05	0,05
кукіль	У межах шкідливої домішки		
триходесма сива	Не дозволено		
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05
Сажкове зерно, %, не більше ніж	5,0	5,0	8,0
Масова частка <i>білка</i> , у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0
Масова частка <i>сирої клейковини</i> , %, не менше ніж	28,0	23,0	18,0
Якість клейковини, одиниць приладу ВДК	45-100	45-100	45-100
Число падання, с, не менше ніж	220	220	180

Зерно будь-якого класу має бути у здоровому стані, не зіпріле та без теплового пошкодження; мати властивий здоровому зерну запах (без затхлого, солодового, пліснявого, гнилісного, полинного, сажкового, запаху нафтопродуктів тощо); мати властивий зерну колір; не дозволено зараження зерна пшениці шкідниками зерна.

За показниками безпечності залишкові кількості пестицидів у зерні пшениці та іншої рослинної сировини не мають перевищувати норм, передбачених МБВіСН 5061 та дСанПіН 8.8.1.2.3.4-000. Вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівнів, установлених ГН 6.6.1.1-130. Вміст шкідливих речовин у зерні

пшениці не повинен перевищувати максимально допустимих рівнів, наведених у табл. 3.8:

Таблиця 3.8 – Максимально допустимий вміст токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів та пестицидів

Показник	Норма	Метод контролювання
Токсичні елементи, мг/кг:		
свинець	0,5	Згідно з ГОСТ 26932, ГОСТ 30538
кадмій	0,1	Згідно з ГОСТ 26933, ГОСТ 30538
арсен	0,2	Згідно з ГОСТ 26930, ГОСТ 30538
ртуть	0,03	Згідно з ГОСТ 26927, ГОСТ 30538
мідь	10,0	Згідно з ГОСТ 26931, ГОСТ 30538
цинк	50,0	Згідно з ГОСТ 26934, ГОСТ 30538
Мікотоксини, мг/кг: афлатоксин В ₁	0,005	Згідно з МР 2273, МР 4082, ДСТУ EN 12955
зеараленон	1,0	Згідно з МР 2964
Т-2 токсин	0,1	Згідно з МР 3184
дезоксиніваленон (во-мітоксин)	0,5	Згідно з МР 3940, МУ 5177
охратоксин А	0,005	Згідно з ДСТУ EN ISO 15141-1, ДСТУ EN ISO 15141-2
Радіонукліди, Бк/кг: стронцій-90	20	МУ 5778
цезій-137	50	МУ 5779

Перелік пестицидів, за якими контролюють зерно пшениці, залежить від використання його на конкретній території, та його узгоджують зі службами Міністерства охорони здоров'я і ветеринарної медицини України

Для мікрозелені вимоги до показників якості поки що не закріплені у державному стандарті. Тому орієнтувалися на показники якості та безпеки до сушеної зелені пряно-ароматичних трав. Фізико-хімічні показники та показники безпеки регламентовані ДСТУ 8645:2016 [54] та представлені у табл. 3.9 та 3.10.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники сушеної зелені

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Масова частка жовтуватих чи побурілих пластинок та частинок листків, %, не більше	2,0	Згідно з ГОСТ 13340.1
Масова частка металевих домішок (розмір частинок має бути не більше ніж 0,3 мм за найбільшим виміром), %, не більше ніж	$3,0 \cdot 10^{-4}$	Згідно з ГОСТ 13340.2
Масова частка мінеральних домішок, %, не більше ніж	0,01	Згідно з ДСТУ 4913
Сторонні домішки	заборонено	Згідно з ДСТУ 8645
Домішки рослинного походження	заборонено	Згідно з ДСТУ 4913
Ураженість шкідниками	заборонено	Згідно з ГОСТ 13340.2
Наявність сушеної зелені, що загниває та пліснявіє	заборонено	Згідно з ГОСТ 13340.2

Таблиця 3.10 – Показники безпеки сушеної зелені

Назва показника	Одиниця вимірювання	Допустимий рівень, не більше ніж	Метод контролювання
Токсичні елементи			
Свинець	мг/кг	0,10	Згідно з ГОСТ 26932, ГОСТ 30178, ДСТУ ISO 6633
Кадмій		0,03	ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ДСТУ ISO 6561
Миш'як		0,20	ГОСТ 26930, ДСТУ ISO 6634
Ртуть		0,02	ГОСТ 26927, ДСТУ ISO 6637
Мідь		5,00	ГОСТ 26931, ДСТУ ISO 7952
Цинк		10,00	ГОСТ 26934, ДСТУ ISO 6636
Нітрати	мг NO_3^- /кг	2000	Згідно з ДСТУ 4948 ДСТУ ISO 6635
Радіонукліди	Бк/кг		МВ 6.6.1-10.10.1.7.158
Цезій – 137		240	
Стронцій – 90		80	

За мікробіологічними показниками сушена зелень, яку використовують під час виробництва не стерилізованих харчових продуктів, повинна відповідати вимогам, наведеним у табл. 3.11.

Таблиця 3.11– Мікробіологічні показники сушеної зелені

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г не більше ніж	$5,0 \cdot 10^5$	Згідно з ДСТУ 8446
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01 г	заборонено	Згідно з ГОСТ 30518
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г	заборонено	Згідно з ГОСТ 28560-90
<i>Bacillus cereus</i> , КУО в 1 г, не більше ніж	10^3	Згідно з ДСТУ 8040

Для борошна вищого гатунку показники якості та безпечності зазначені у ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови та представлені у табл. 3.12 та 3.13:

Таблиця 3.12 – Показники якості борошна пшеничного

Назва показника	Характеристика і норма для борошна пшеничного вищого сорту
Колір	Білий або білий із жовтуватим відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вміст мінеральної домішки	При розжовуванні борошна не повинно відчуватись хрускоту
Вологість, % не більше	15,0
Зольність у перерахунку на суху речовину, %, не більше	0,55
Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ	52 і більше
Крупність помелу, % – залишок на ситі із шовкової тканини згідно ГОСТ 4403, не більше	5 тканина № 43 або № 49 / 52 ПА
Клейковина сира, – кількість, %, не менше	24,0
– якість	Не нижче 2-ої групи

Число падіння, с, не менше	160
Металомагнітна домішка, мг в 1 кг борошна: – розміром окремих частинок у найбільшому лінійному вимірюванні, не більше 0,3 мм і (або) масою не більше 0,4 мг	3
– розміром і масою окремих частинок більше вказаних вище	Не допускається
Зараженість і забрудненість шкідниками хлібних запасів	Не допускається

Таблиця 3.13 – Вміст токсичних елементів, мікотоксинів і радіонуклідів

Назва показника	Допустимий рівень, не більше
<i>Токсичні елементи, мг/кг:</i>	
свинець	0,5
кадмій	0,1
миш'як	0,2
ртуть	0,02
мідь	10,0
цинк	50,0
<i>Мікотоксини, мг/кг:</i>	
афлотоксин В ₁	0,005
зеараленон	1,0
Т-2-токсин	0,1
дезоксініваленон /вомітоксин/	0,5
<i>Радіонукліди, Бк/кг:</i>	
цезій (¹³⁷ Cs)	20,0
стронцій (⁹⁰ Sr)	5,0

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Додавання мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику до пшеничного борошна в межах 3 – 5 % дозволяє отримати зразки, які за своїми сенсорними властивостями відповідають ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови.»

2. Фортифікація борошна пшеничного вищого гатунку мікрозеленню гороху, пшениці, соняшнику в усіх розглянутих варіантах сприяло підвищенню виходу клейковини в порівнянні з контрольним зразком.

3. За показником якості, який визначали на ІДК, клейковина всіх фортифікованих зразків відносилась до І групи якості – «добра». За її якістю зразки, які містили 5 і 7 % мікрозелені гороху, а також 5 % мікрозелені пшениці і 5% мікрозелені соняшнику. перевершували контрольний зразок борошна.

4. Проведено визначення кількості вітамінів В₁, В₂ і Е в мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику. Встановлено, що за вмістом вітаміну Е мікрозелень соняшнику значно випереджає інші зразки, що, вочевидь, обумовлено належністю соняшнику до олійних культур.

5. Проведені розрахунки свідчать, що при фортифікації борошна пшеничного мікрозеленню гороху і пшениці в кількості 3 - 7 % і 3 % соняшнику виконується вимога не додавати до 100 г борошна понад 0,4 мг вітаміну В₁, а також і В₂. У випадку соняшника, щоб не перетинати межу 0,4 мг рибофлавіну, що додається, доцільно обмежитись внесенням 4 % мікрозелені соняшника.

6. Визначено інтегральний показник, який характеризує антиоксидантну активність мікрозелені. Показано, що мікрозелень соняшнику і пшениці мають високу біологічну активність, перевершуючи за цим показником галову кислоту. Отже, в результаті фортифікації мікрозеленню підвищується антиоксидантна активність зразків борошна, їх біологічна цінність.

7. Показники якості та безпечності закріплені в нормативних документах на сировину та борошно вищого ґатунку. Загальний підхід до контролю відповідає сучасним стандартам та вимогам, що гарантує високу якість та безпеку нового продукту – фортифікованого борошна.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ВІТАМІНІЗОВАНОГО БОРОШНА ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ КРИТИЧНИХ ТОЧОК ЙОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Технологія виробництва борошна вищого гатунку, фортифікованого мікрозеленню

Аналіз літературних джерел та результати виконаних експериментальних досліджень дозволили обґрунтувати технологію виробництва борошна з додаванням висушеної мікрозелені.

Процес виробництва борошна можна поділити на основні етапи:

- приймання зерна і зберігання зерна на млині;
- формування помельних партій зерна;
- підготовка зерна до помелу;
- помел зерна в борошно;
- вибій і зберігання борошна.

На рисунку 4.1 представлена технологічна схема виробництва борошна пшеничного вищого гатунку, фортифікованого мікрозеленню

Приймання і зберігання зерна. Приймають, розміщують та зберігають зерно на примлиновому елеваторі. Рекомендують, щоб запас зерна був не меншим місячної потужності млина. Зерно в елеваторі розміщують з урахуванням його властивостей та показників якості. Партії зерна зберігають окремо: за вологістю - за різниці значень 1 % і більше; за зольністю - менше 1,97 та більше 1,97 %; за склоподібністю - 40-60 і більше 60 %; за вмістом клейковини - вище 26, 25-20 та нижче 20 %; за об'ємною масою - вище 750, 750-690 та менше 690 г/л. Крім того, окремо зберігають зерно сильної або слабкої пшениці, пошкодженої клопом-черепашкою, полинне тощо [55-56].

Формування помельних партій зерна. Формування помельних партій зерна здійснюють на примлинових елеваторах. Для цього змішують зерно за різними показниками якості для одержання партій зерна, які б відповідали вимогам за клейковиною, склоподібністю, зольністю, засміченістю тощо. Складена суміш повинна забезпечувати виробництво борошна з максимальним виходом, високими показниками за білизною, зольністю і хлібопекарськими якостями.

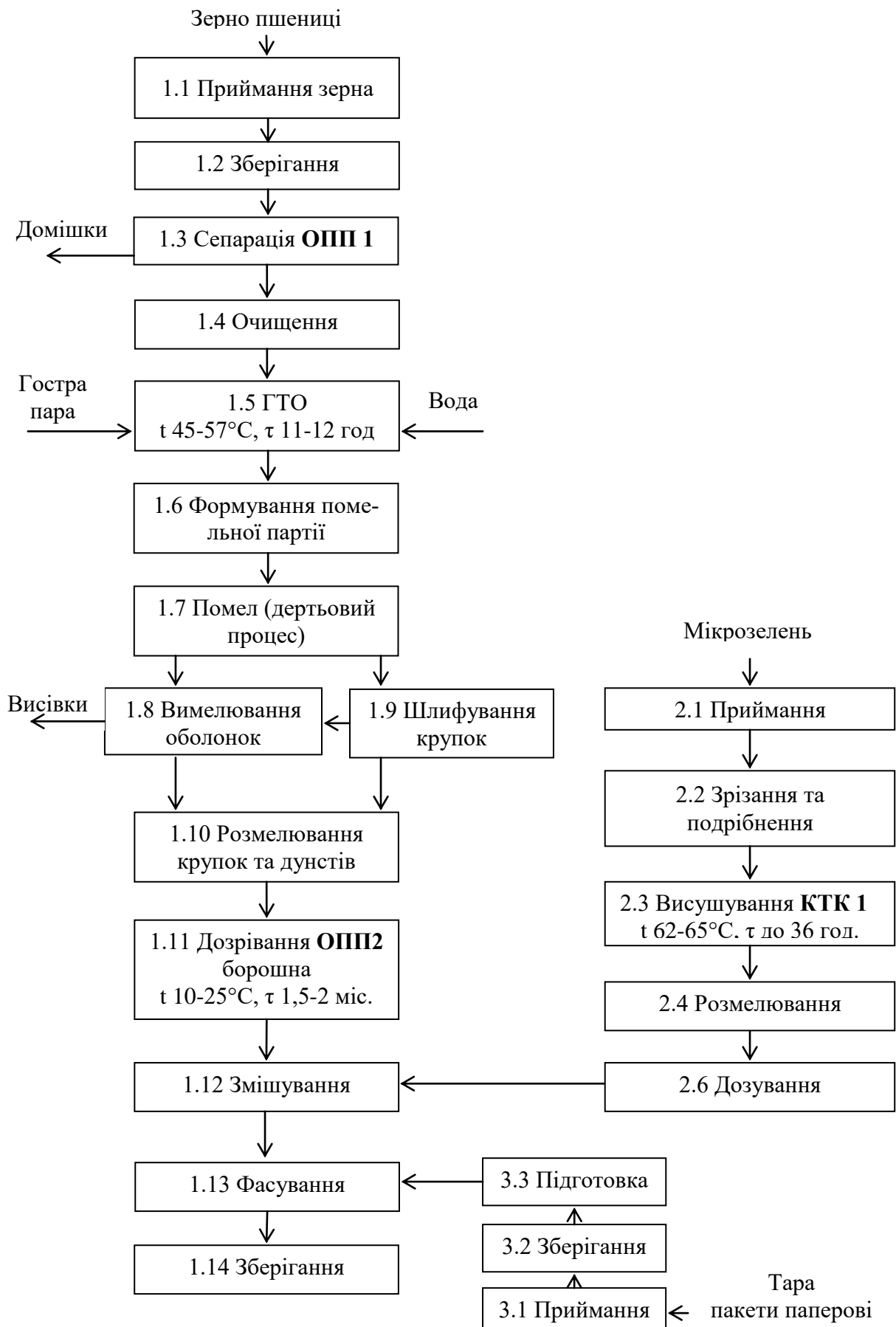


Рис. 4.1 – Блок-схема виробництва фортифікованого борошна в/г

Змішування зерна – найкращий спосіб використання зерна зі зниженими борошномельними і хлібопекарськими властивостями. Від правильності приготування помельних партій в значній мірі залежить якість готового борошна. їх готують з зерна різних типів і якості, а пропорції повинні забезпечувати оптимальні властивості борошна.

Очищення зерна і його підготовки до помелу відбувається в зерноочисному, а переробка зерна на борошно – в розмельному відділеннях.

Підготовка зерна до помелу. Підготовка зерна до помелу передбачає: попереднє очищення зернової маси від домішок, обробку поверхні зерна й остаточне його очищення, гідротермічну обробку зерна (кондиціонування).

Попереднє очищення зерна. Зерно очищають до необхідних кондицій. Домішки, які відрізняються від основного зерна за розмірами (шириною, товщиною, довжиною), відокремлюють просіюванням зернової маси крізь спеціальні сита. Домішки, які мають незначну масу, видаляють струменем повітря. Зерно просіюють і провіюють на сепараторі. Для відокремлення домішок, які відрізняються від зерен основної маси формою використовують спеціальні машини. Для видалення округлих зерен куколю - куколевідбірники, видовжених зерен вівсюга - вівсюговідбірники та ін. Металомагнітні домішки видаляють на магнітних сепараторах. Очищення від домішок та підготовку зерна до помелу здійснюють в підготовчому відділенні млина.

Обробка поверхні зерна і остаточне його очищення. На цій стадії з поверхні видаляють частки ґрунту і пил, що попадають на зерно при збиранні і зберіганні, а також значну частину мікроорганізмів. При обробці поверхні зерна відбувається також відділення оболонок. Поверхню зерна обробляють сухим способом за допомогою оббивальних і щіткових машин або мокрим способом у мийних машинах.

Найчастіше застосовують щіткові машини типу БЦМ. Основним їх робочим органом є щітковий барабан, що складається з колодок, набраних щітковим волокном, і закріплених на валові. Щіткова дека також має колодки, набрані щітковим волокном. Радіальний зазор між щітковими поверхнями барабана і

деки регулюється. Зерно, що захоплюється обертовим щітковим барабаном, направляється у зазор між щітковими поверхнями барабана і деки, де піддається інтенсивному впливові щіток, очищується від пилу і надірваних оболонок. Потім зерно надходить у нижню частину аспіраційного каналу, де від зерна відокремлюються повітрям дрібні домішки. Очищене зерно виводиться з машини самопливом.

Для знезаражування зерна передбачені ентолейтори, в яких знищення живих довгоносиків відбувається в результаті ударного впливу обертового ротора.

Миття зерна і зволоження поліпшують ступінь його продовольчого використання. Здійснюється ця операція в машинах двох типів: у водострумних для додавання води в крапельному стані і водорозпильних для додавання води в розпиленому стані. Застосовуються комбіновані мийні машини.

При цьому очищується поверхня зерна, відокремлюються важкі і легкі домішки, щуплі зерна, видаляються мікроорганізми. Зволоження і наступне відволоження викликає фізико-біологічні зміни в зерні, у результаті яких полегшується відділення оболонок від зерна при незначних втратах ендосперму.

Гідротермічна обробка зерна (кондиціонування). Для підвищення ефективності процесу відокремлення оболонок від ендосперму треба підвищити різницю в їх фізичних властивостях, тобто ендосперм повинен стати більш крихким, а оболонки більш пластичними. Задача полягає в тому, щоб при помелі одержати продукти з окремих анатомічних частин зерна. Для цього зерно перед помелом піддають гідротермічній обробці (ГТО), яка і забезпечує дотримання цих вимог.

На борошномельних підприємствах застосовують два методи ГТО: холодне і швидкісне кондиціонування. Холодне кондиціонування полягає в зволоженні зерна при мокрій обробці і наступному його відлежуванні (відволоження) у бункерах (засіках). При швидкісному кондиціонуванні зерно спочатку обробляють парою, а потім миють у холодній воді. Безпосередньо перед помелом зерно до-звожують на 0,3-0,5 % і після відволоження протягом 20-40 хвилин направляють на помел.

Зерно до розмелу готують послідовно або паралельно. В першому випадку такий спосіб використовують для млинів невеликої потужності, приблизно до 200-220 т на добу. Спочатку проводять підготовку м'якої пшениці першої групи склоподібності, а потім другої або третьої групи. Змішують зерно після зневоложення.

За паралельного способу м'яку високо- та низькосклоподібну пшеницю готують окремо в двох секціях, а змішують партії в необхідній пропорції після зневоложення або перед першою дертьовою системою. Цей спосіб використовують на млинах середньої потужності (250-300 т/добу).

За паралельної підготовки зерна на окремих технологічних лініях можна досягти не тільки кращого технологічного ефекту роботи машин (підбір сит у сепараторах та розмірів чарунок у трієрах), але і використати кращі режими гідротермічного оброблення (режими зволоження та пропарювання) залежно від природних особливостей зерна.

Роздільна підготовка зерна забезпечує більш високі показники роботи борошномельного заводу за виходом та якістю борошна і питомими витратами енергії. Хлібопекарські властивості борошна, одержаного за роздільної підготовки пшениці, також відрізняються кращими показниками. Роздільна підготовка зерна до розмелу можлива тільки за умов суворого додержання правил розміщення та зберігання пшениці за показниками його технологічних властивостей.

У процесі обробки зерна в зерноочисному відділенні змінюється тільки його зольність на (0,10–0,15 %) внаслідок видалення пилу та бруду, а також частково поверхневих шарів і зародка, які мають підвищену зольність.

Помел зерна в борошно. Помел – найважливіша стадія технологічного процесу виробництва борошна - являє собою сукупність процесів і операцій, проведених із зерном.

Помели пшениці та жита класифікують за такими ознаками: кратність подрібнення зерна (разові, повторні), розвиненість помелу в цілому, розвиненість процесу збагачення крупок, прості та складні, сортові (одно-, дво-, багатосортні та ін.). Ці ознаки можуть перерозподілятися між собою.

При визначенні схеми помелу та режимів окремих технологічних операцій керуються Правилами організації та ведення технологічного процесу на млинах, які є основним документом для розроблення конкретної організації процесу помелу зерна. Крім того, треба зважати на те, що властивості зерна формуються залежно від багатьох різноманітних факторів як у процесі дозрівання зерна у полі, так і під час наступного зберігання та оброблення (сушіння, очищення тощо).

Процес одержання борошна можна розглядати як послідовний багаторазовий процес відокремлення центральної частини – ендосперму від оболонок.

При виробництві сортового борошна значному здрібнюванню підлягає лише ендосперм, а зародок, оболонки і алейроновий шар виділяють у вигляді висівок.

Основні вимоги, що ставляться до процесу подрібнення за сортових помелів зерна пшениці і жита, зводяться до одержання максимальної кількості проміжних продуктів у вигляді крупок і дунстів високої якості, їх шліфування та повного подрібнення борошна. Тому процес подрібнення зерна пшениці за сортових помелів складається з трьох етапів: крупоутворення з вилученням оболонок (дертвовий процес), збагачення проміжних продуктів (шліфувальний процес); тонке подрібнення збагачених проміжних продуктів з вилученням оболонок, що залишилися (розмельювальний процес). [56]

Спочатку зернину роздрібнюють на кілька частинок і отримують так звані добротні крупки, тобто крупки, одержані з центральної частини - ендосперму, та так звані строкаті крупки, тобто такі, що мають з одного боку залишки оболонок. На наступних етапах технологічного процесу добротні крупки відокремлюють від строкатих, а останні шліфують, тобто відокремлюють від них частинки оболонок. Після цього строкаті крупки стають добротними, але менших розмірів. Оболонки, в яких на внутрішній поверхні залишилась деяка частка ендосперму, вимелюють на спеціальних вимелювальних системах, відокремлюючи висівки.

Для утворення крупок призначені дертьові (крупкотворні) системи. Подрібнення зерна здійснюють на вальцьовому верстаті. Для цього на вальцьових верстатах на відстані 0,5-1,5 мм між вальцями зерно подрібнюється кілька разів. Після кожного подрібнення крупки сортують на розсійниках. Кожну пару "вальцьовий верстат-розсійник" називають системою. Для одержання крупок використовують 4-10 таких систем залежно від виду помелу.

Збагачування крупок, тобто відокремлення добротних крупок від крупок з оболонками, здійснюється частково на розсійниках, круповійках і так званих шліфувальних системах. Шліфувальні системи "вальцьовий верстат - розсійник" відрізняються від дертьових меншими міжвальцьовими проміжками та відповідними розмірами отворів решіток на розсійниках.

Робочим органом вальцьового станка при обдирному процесі є чавунні вальці, які мають сталеве покриття. Валки обертаються назустріч один одному з різними швидкостями, які відносяться як 1:1,5; 1:2; 1:2,5 і ін. Відстань між вальцями змінюється залежно від стану помелу. На першій системі, на яку надходить ціле зерно, вона максимальна, потім поступово зменшується. Поверхня вальців має рифлі, глибина яких від першої до наступних систем також зменшується.

Через те, що вальці у дертьових системах обертаються з різною швидкістю, зерно між валками не розплющується, а ніби розгортається навколо своєї осі, при цьому з зерна сколюється оболонка, а утворення дрібних часток мінімальне.

Валки розмельних систем не мають рифлів і обертаються з однаковою швидкістю. На цих системах проводять здрібнення часток ендосперму до розміру часток борошна.

Отримані з перших обдирних систем продукти за допомогою розсівів сортують на крупні (більше 1000 мкм) і дрібні (350- 1000 мкм) крупки, дунсти (170-350 мкм) і борошно (30-50 мкм).

Крупні і дрібні крупки наряду з ендоспермом можуть мати і деяку кількість оболонок, для відділення яких використовують спеціальні вальцьові станки. Цей процес обробки проміжних продуктів називають шліфувальним.

За сортових помелів пшениці залежно від продуктивності заводу використовують п'ять шліфувальних систем. Після шліфування великі крупинки за розмірами стають середніми, середні – дрібними, а дрібні – дунстами. Режим роботи шліфувальних систем повинен забезпечити найповніше відокремлення оболонок від крупок з найменшим подрібненням останніх та мінімальним утворенням борошна (не більше 12–15 %). [55]

Завершальним етапом у технологічному процесі виробництва борошна є розмельний процес – подрібнення на борошно крупок та дунстів, одержаних у дертьовому і шліфувальному процесах й звільнених від оболонок при збагаченні. З кожної розмельної системи намагаються одержати максимальну кількість борошна з мінімальним вмістом золи.

Розмельювання крупок здійснюють на розмельювальних системах, в яких використовуються вальці з гладкою шліфованою поверхнею та сита з розмірами отворів, відповідними розмірам частинок борошна.

На перших розмельних системах переробляють крупки з найменшою кількістю оболонок і отримують борошно вищої якості. На наступних системах ведуть помел часток, які не здрібнені на перших розмельних системах, і продуктів, які мають оболонки, при цьому отримують борошно I та II гатунків.

Складні повторювальні помели можуть складатися з одночасної роботи чотирьох-п'яти дертьових систем і 10-11 розмельних систем. На них отримують різні сорти борошна.

Формування сортів борошна здійснюють дозуванням окремих потоків на всіх етапах утворення борошна за зольністю (вищий сорт - 0,5 %, перший - 0,75, другий - 1,25 %). Контроль борошна, що утворюється на різних етапах розмельного відділення, здійснюють на розсійниках за сортами.

Периферійні частки пшениці містять значну кількість природних вітамінів групи В, що позитивно впливають на якість борошна. Але в процесі сор-

тового помелу висівки відокремлюються і до борошна не потрапляють. Тому одним з прийомів збагачення борошна вищого сорту вітамінами є додавання до нього висушеної мікрозелені.

Мікрозелень потрапляє до піприємства вже пророщеною від 5 до 7 сантиметрів. Мікрозелень зрізають ножицями та подрібнюють на шматочки 1-2 сантиметра. Вже подрібнену мікрозелень розкладають тонким шаром та дають час висохнути, від 2 до 3 днів при температурі 62-65 °С

Нарізану та просушену мікрозелень закладають у подрібнювач який перемелює її у пил. Мікрозелень змішують з борошном, яке пройшло дозрівання, після чого фортифіковане борошно фасують у паперові пакети та відправляють споживачу.

Зберігання борошна. Під час зберігання у ньому відбуваються біохімічні та мікробіологічні процеси, які можна поділити на позитивні, що поліпшують якість борошна, та негативні, що погіршують його якість. До позитивних процесів відносять дозрівання і вибілювання борошна. Пшеничне борошно, використане зразу після помелу високоякісного зерна для випікання хліба, має низькі якісні показники. Тісто з такого борошна липке, швидко розріджується, тому хліб утворюється малого об'єму. Лише через певний період зберігання борошно набуває необхідних технологічних якостей. Поліпшення хлібопекарських якостей борошна під час зберігання називається дозріванням.

Протягом періоду дозрівання в борошні проходять фізичні, колоїдні і біохімічні процеси. В ньому змінюються колір, кислотність, білково-протеїновий і вуглеводно-амілазний комплекси, вміст вологи та жиру. Важливу роль у підвищенні сили пшеничного борошна під час дозрівання відіграє гідроліз жиру. Ненасичені жирні кислоти, які утворюються при цьому, змінюють фізичні властивості клейковини, зміцнюючи її та тісто. Однією з причин підвищення сили борошна в період дозрівання є зміна білково-протеїнового комплексу під впливом окислювальної дії, насамперед кисню повітря.

Процес побіління борошна відбувається в усіх видів і сортів як пшеничного, так і житнього борошна. Це результат окислення киснем повітря пігментів зерна (каротину і ксантофілу), які при цьому знебарвлюються.

Дозрівання борошна відбувається інтенсивно за температури 20–25 °С і практично не виявляється в умовах, близьких до 0 °С. Відносно тривалості дозрівання поки що немає точних даних. За одними даними свіжозмелене борошно вищого, I і II сортів при зберіганні в приміщенні, яке не опалюється, в мішках, досягає оптимальних хлібопекарських якостей (закінчує дозрівання) протягом 1,5–2 місяців.

За тривалого зберігання борошна (понад 3–4 міс) та за температури 15°С в борошні з'являються гіркий смак та неприємний запах згірклої олії. Це є наслідком негативного біохімічного процесу, що пов'язаний з розкладанням жиру та його окисленням киснем повітря, внаслідок чого утворюються кислоти, які збільшують кислотність борошна. Крім того, при зберіганні борошно може прокисати в результаті розвитку в ньому бактерій, які зброджують цукор з утворенням кислот, та пліснявіти внаслідок активної життєдіяльності плісневих грибів.

Для зберігання борошна в господарствах виділяють сухі, добре продезінфіковані склади. Борошно затарюють у мішки масою 50 кг й укладають у штабелі заввишки до 6–8 мішків так, щоб вони не розвалювалися (трійником або п'ятериком). Нижній ряд мішків кладуть на дерев'яний підтоварник. Якщо борошно зберігається тривалий час, то через кілька місяців верхні мішки перекладають униз, а нижні – вгору, що запобігає злежуванню борошна, втраті ним силкості та перетворенню на моноліт.

За умовами зберігання, станом і якістю борошна встановлюють систематичний контроль. Температуру повітря перевіряють щотижня на висоті 1,5 м від підлоги і за потреби продукцію провітрюють щодня. Крім того, раз на місяць перевіряють температуру повітря на рівні нижнього, середнього та верхніх рядів мішків штабеля. Температуру борошна вимірюють при надходженні його на склад, а потім при зберіганні два рази на місяць, якщо температура повітря в

складі вище 10 °С, і один раз на місяць, якщо вона є нижчою 10 °С. Відносну вологість повітря перевіряють у встановлені строки. Температуру і відносну вологість повітря записують у спеціальний журнал.

Для визначення смаку, запаху і зараженості шкідниками борошна від кожного штабеля відбирають середню пробу відповідно до методики, що розроблена стандартом: за температури борошна 10 °оН і нижче не рідше одного разу на місяць, а за температури вище – 10 °оН – два рази на місяць. Основним технологічним показником, після якого припиняють подальше зберігання борошна, є його кислотність: для пшеничного – 4 ° градусах Неймана (°Н).

4.2 Аналіз небезпечних чинників виробництва

Виробництво якісної та безпечної продукції є запорукою успіху для кожного з підприємств харчової промисловості. Без постійного вдосконалення якості продукції неможливе досягнення і підтримка ефективної економічної діяльності підприємства [57].

Гарантування безпечності та якості продуктів харчування особливо важливо під час їх виробництва, а також для гармонізації національного законодавства відповідно до міжнародних вимог та здійснення заходів щодо впровадження на підприємствах харчової промисловості інтегрованої системи управління безпекою харчових продуктів за ISO 22000 [58].

Для досягнення поставлених цілей підприємства впроваджують Систему управління безпечністю харчових продуктів згідно вимог стандарту ISO 22000:2018, що дозволяє контролювати якість та безпечність харчових продуктів на всіх етап життєвого циклу продукції.

Система аналізу небезпек і критичних точок контролю (НАССР) забезпечує контроль на всіх етапах виробництва харчових продуктів, будо-якій точці процесу виробництва, зберігання та реалізації продукції, де можуть виникнути небезпечні ситуації. При цьому особлива увага направлена на критичні точки контролю, в яких всі види ризиків, пов'язані з використанням харчових продуктів можуть бути попереджені, усунені або знижені до припустимих рівней в наслідок цілеспрямованих заходів контролю. Для запровадження системи НАССР

виробники зобов'язані не лише досліджувати свій власний продукт та засоби виробництва, але й використовувати цю систему та її вимоги до постачальників сировини, допоміжним матеріалам, а також системи оптової та роздрібною торгівлі. Система НАССР не є системою відсутності ризиків. Вона розрахована на зменшення ризиків, що викликані можливими проблемами з безпекою харчовою продукцією.

Основними методами системи є аналіз ризиків та небезпек, визначення потенційних дефектів продукції по відношенню до виробничих факторів (критичні контрольні точки), профілактичний (превентивний), а не последуючий (реагуючий) контроль, звітність та відповідальність.

При ідентифікації, аналізі та оцінюванні ризиків рекомендується застосувати п'ять простих кроків:

Крок 1. Ідентифікуйте небезпеки.

Крок 2. Визначте, хто/що може постраждати і яким чином.

Крок 3. Оцініть ризики та прийміть рішення щодо запобіжних заходів.

Крок 4. Задokumentуйте плани/висновки такої діяльності та реалізуйте їх практично.

Крок 5. Періодично переглядайте виконане оцінювання ризиків та, за необхідності, актуалізуйте його.

Для впровадження та функціонування системи управління якості на підприємстві формується група НАССР, до якої входять фахівці різного напрямку. Починається робота групи з опису сировини та матеріалів, які застосовуються у виробництві, та опису готового продукту і його сфери призначення. Далі детально складається опис всіх технологічних операцій, блок-схема технологічного процесу для ідентифікації та аналізу всіх можливих ризиків, що потягнуть за собою появу небезпечної продукції.

Опис готового продукту представлений у табл. 4.1; блок-схема технологічного процесу виробництва борошна вищого ґатунку, фортифікованого мікрозеленню – на рис. 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис борошна фортифікованого

Інформація, що зазначається	Пояснення
Офіційна назва продукту	Борошно пшеничне вищого сорту вітамінізоване
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне».
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Зерна м'якої пшениці, висушена мікрозелень, вода питна підготована
Хімічні, фізичні показники безпечності	Вміст токсичних елементів, не більше: свинець 0,5; кадмій 0,1; арсен 0,2; ртуть 0,02; мідь 10,0; цинк 50,0 Альфатоксини, не більше 0,05 мг/кг Зеараленон, не більше 1,0 мг/кг Т-2-токсин, не більше 0,1 мг/кг Охратоксини, не більше 2 мкг/кг Дезоксініваленон не більше 0,5 мкг/кг Радіонукліди: Цезій 137 не більше 20 Бк/кг; Стронцій 90 не більше 5 Бк/кг.
Мікробіологічні показники безпечності	Кількість МАФАнМ, не більше 10мкг/кг; Сальмонелла: відсутність в 25 г. Escherichia coli (E. coli): менше 10 ² КУО в 1 г Staphylococcus aureus: менше 10 ² КУО в 1 г Коліформні бактерії: менше 10 ³ КУО в 1 г Дріжджі та грибки: менше 10 ³ КУО в 1 г
Споживче пакування	Паперові пакети 1 або 3 дм ³
Транспортне пакування	Поліетиленові, картонні упаковки
Вимоги до маркування	Інформація про продукт відповідно до статті Закону України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів», зазначена у технологічних картах, та ГСТУ 46.004-99 .
Умови зберігання та термін придатності	Умови зберігання борошна пшеничного – згідно з ГОСТ 26791 та відповідно до Загальних вимог чинної «Інструкції по храненію зерна, маслосемян, муки и крупы» № 9-7. Термін зберігання борошна вищого сорту без втрати якості, в сприятливих умовах – 1 рік.
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Продукт загального вжитку. Бути уважним споживачам з алергією або непереносимістю до окремих компонентів, глютену.
Спосіб вживання	Випікання, паніровка, пом'якшувач для соусів та супів, густіння кремів та соусів.

Поняття ризику в стандарті визначається, як всі фактори, які здатні нанести шкоду.

Для безпечності харчового продукту розглядають три види небезпек та пов'язані з ними ризики: біологічні (мікробіологічні), хімічні та фізичні.

Безпечність харчових продуктів регулюється згідно закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [59].

Забруднення хімічного характеру може трапитися на будь-якому етапі процесу виробництва та обробки. Хімічні речовини можуть бути корисними та спеціально додаватися до деяких продуктів, наприклад, пестициди застосовуються у вирощуванні фруктів та овочів. Хімічні речовини не становлять небезпеки, якщо вони використовуються правильно, або перебувають під контролем.

Потенційний ризик для споживачів підвищується, коли вміст хімічних речовин не контролюється, або коли рекомендовані норми перевищуються. Присутність хімічної речовини не завжди становить небезпеку. Чи є вона небезпечною, чи ні, залежить від її кількості. Токсичний ефект деяких хімічних речовин виявляється тільки у випадку піддавання їхньому впливу протягом тривалого часу. Щодо таких речовин нормами встановлюються певні обмеження.

Хімічні небезпечні чинники можна розділити на три категорії:

- хімічні речовини, що виникають природнім шляхом;
- спеціально додані хімічні речовини;
- неспеціально або випадково додані хімічні речовини.

До небезпечних чинників фізичного походження відносяться будь-які потенційно шкідливі сторонні предмети, яких звичайно у харчових продуктах немає. Якщо помилково спожити сторонній матеріал або предмет, це, вірогідно, призведе до задухи, фізичного пошкодження або інших шкідливих наслідків для здоров'я. Саме на фізичні небезпечні чинники споживачі скаржаться найчастіше, бо травма виникає одразу або незабаром після споживання їжі, і джерело небезпеки виявити легко.

Прикладами матеріалів, які можуть становити фізичну небезпеку можуть бути: скло, метал, каміння – якщо потрапляє в продукти харчування спричиняє порізи, кровотечі, пошкодження ротової порожнини та шлунково-кишкового тракту; для виявлення або видалення може бути потрібне хірургічне втручання.

Біологічні небезпечні фактори – шкідливі бактерії, віруси і паразити. Вони часто пов'язані з сировиною, з яких безпосередньо виготовляють продукти

харчування, включаючи птицю і тварин. Однак небезпека може бути привнесена під час виробництва працівниками процесу або з зовнішнього середовища.

При виробництві фортифікованого борошна можуть виникати наступні небезпечні чинники (НЧ):

Біологічні НЧ – це насамперед мікроорганізми, які швидко розвиваються при сприятливих умовах на поверхні зерна або в борошні. Деякі з цих організмів продукують небезпечні речовини – мікотоксини (афлотоксини, охратоксин, вомітоксин), які не руйнуються навіть при тепловій обробці. Тому споживання продуктів з борошна, що зазнало мікробіологічного псування, може призвести до отруєння та мати серйозні негативні наслідки для здоров'я людини. Також загрозою є захворювання та шкідники хлібних запасів, які псують зерно та продукують продукти життєдіяльності, що є небезпечними. Виникають такі чинники через недотримання правил зберігання та обробки сировини, порушення санітарних норм на виробництві.

Хімічні НЧ виникають при надходженні у рослинну сировину шкідливих речовин внаслідок забруднення оточуючого середовища або порушень вимог до правильного вирощування врожаю. Важкі метали та радіонукліди накопичуються в організмі та викликають важкі захворювання, що можуть призвести до смерті. Також токсичними речовинами є більшість пестицидів, які використовуються у сільському господарстві. Пестициди при потрапленні в організм людини вражають майже всі органи, викликаючи різної тяжкості дистрофічні зміни в тканинах, порушуючи обмін речовин, пригнічуючи функції центральної і периферичної нервових систем. У зв'язку з надмірним використанням азотистих добрив в рослинах можуть виникати надмірні кількості нітратів. В організмі людини нітрати перетворюються на канцерогенні сполуки і також є загрозою для здоров'я.

Фізичні НЧ – це сторонні включення, які можуть травмувати споживача. Для борошна та продуктів з нього необхідно виключити наявність феродомішок мікроскопічного розміру.

Одне з завдань плану системи НАССР – акцентувати увагу на тому, на-

скільки точно ідентифіковані небезпечні чинники та наскільки ефективними є методи контролю для запобігання їх появи на виробництві [58].

Після ідентифікації та аналізу ненебпечних чинників виробництва борошна вищого гатунку, фортифікованого мікрозеленню (Додаток А) виявили, що суттєвими є чинники: біологічний при висушуванні мікрозелені та при біохімічному дозріванні борошна до необхідних кондицій; фізичний чинник – на стадії первинного очищення зерна.

Мікрозелень при підвищені вологості та температурі може стати субстратом для розвитку патогенних мікроорганізмів та накопичувати мікотоксини.

Також розвиток небажаної мікрофлори (плісневих грибів) може відбуватися при дозріванні борошна у випадку, якщо порушуються режими та правила зберігання.

В процесі сепарування зерна та відокремлення сторонніх домішок і металевих частинок фізичний небезпечний чинник виникатиме у разі несправного обладнання та недостатнього контролю за вмістом сторонніх речовин.

Для визначення контрольних точок було застосовано дерево прийняття рішень, яке дозволяє визначити чи являється даний етап технологічного процесу критичним

Для усунення або зниження до прийнятого рівня небезпечних чинників у критичних точках було розроблено заходи керування. Зв'язок НЧ з джерелом їх виникнення та можливими заходами запобігання надані в табл.4.2.

На кожній критичній точці буде застосовуватися один чи більше заходів контролю суттєво небезпечного чинника (моніторинг). Кожний захід з контролю має свої критичні значення, що є межами безпечності для КТК у виробництві борошна. Після розподілу заходів керування за категоріями, операцію висушування мікрозелені було віднесено до плану НАССР (Додаток Б). Контроль за очищенням зерна та станом дозрівання борошна буде здійснений в рамках відповідних програм належної виробничої практики, їх віднесено до операційних програм-передумов (додаток В).

Таблиця 4.2 – Зв'язок небезпечних чинників з джерелом їх виникнення та можливі заходи керування

Технологічний етап	Джерело виникнення НЧ	Небезпечний чинник	Захід керування
Сепарація зерна	Забруднена рослинна сировина, недотримання параметрів технологічного процесу	Фізичний сторонні та феродо-мішки	Контроль за станом обладнання та фільтрувальних матеріалів-постійно Контроль вмісту домішок періодично 1 раз за зміну
Висушування мікрозелені	Недотримання параметрів процесу	Біологічний Наявність та розвиток мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів; БГКП; Salmonella; Bacillus cereus	Контроль температури та часу процесу - кожної операції. Мікробіологічний контроль при порушенні параметрів
Дозрівання борошна	Недотримання умов зберігання	Біологічний Плісневі гриби Aspergillus і Penicillium	Контроль температури і відносної вологості повітря. Контроль органолептичних показників та кислотності – 2 рази за місяць (при 10-20 °С)

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Виробництво фортифікованого борошна вищого гатунку базується на сортовому помелі зерна пшениці. Периферійні частки пшениці містять значну кількість природних вітамінів групи В, що позитивно впливають на якість борошна. Але в процесі сортового помелу висівки відокремлюються і до борошна не потрапляють. Тому одним з прийомів збагачення борошна вищого сорту вітамінами є додавання до нього висушеної мікрозелені.

2. Внаслідок ідентифікації та аналізу небезпечних чинників виробництва борошна вищого гатунку, фортифікованого мікрозеленню, було визначено, що загрози для безпечності продукту існують на стадії висушування мікрозелені (біологічний чинник: розвиток МАФАНМ; БГКП; патогенних мікроорганізмів роду Salmonella; Bacillus cereus); на стадії дозрівання борошна (біологічний

чинник: розвиток плісневих грибів); на стадії первинного очищення зерна (фізичний чинник: сторонні домішки, феродомішки).

3. Користуючись принципом «дерева рішень», стадію висушування мікрозелені було віднесено до плану НАССР, стадії очищення зерна та дозрівання борошна віднесено до операційних програм-передумов.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Охорона праці

Охорона праці у виробництві фортифікованого борошна є невід'ємною складовою частиною сучасного підприємства, орієнтованого на високі стандарти якості та безпеки продукції. Забезпечення безпеки та здоров'я працівників є не лише правом кожного працівника, але й стратегічно важливим аспектом для забезпечення стабільності та ефективності виробництва. Охорона праці в контексті виробництва фортифікованого борошна визначається комплексом заходів, спрямованих на запобігання травмам, хворобам та іншим ризикам, пов'язаним із виробничим процесом. Враховуючи специфіку харчової промисловості, де безпека продукції тісно пов'язана з безпекою працівників, наданням їм належних умов праці та захистом від потенційних небезпек [60].

Заходи з забезпечення охорони праці при виготовленні фортифікованого борошна:

1. Підготовка персоналу:

Тренінг та інструктаж: Регулярне проведення тренінгів та інструктажів з охорони праці для всього персоналу, які включають в себе правила безпеки, користування засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), та екстреними процедурами.

2. Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

Робочий одяг та взуття: Забезпечення працівників спеціальним робочим одягом та взуттям, призначеними для умов виробництва.

Респіратори та рукавички: Забезпечення працівників респіраторами та рукавичками для захисту від впливу хімічних речовин та мікробіологічних загроз.

3. Організація робочого місця:

Раціональне розташування обладнання: Організація робочих зон з урахуванням запобігання травм та надання зручності праці.

Сигналізація та попереджувальні знаки: Встановлення видимих сигналів та знаків для вказівки на небезпеку та екстрені виходи.

4. Використання обладнання та інструментів:

Технічний стан обладнання: Регулярна перевірка та обслуговування обладнання для запобігання можливих нещасних випадків.

Безпека використання інструментів: Надання працівникам інструкцій з безпечного використання та обслуговування ручних та автоматизованих інструментів.

5. Хімічна безпека:

Маркування хімічних речовин: Чітке маркування всіх використовуваних хімічних речовин з вказівкою їхніх характеристик та правил користування.

Хімічний контроль: Проведення систематичного моніторингу за рівнем хімічних речовин в робочому середовищі.

6. Електробезпека:

Періодичні перевірки електроустаткування: Регулярні технічні огляди електроустаткування для виявлення та усунення можливих неполадок.

Ізоляція та попереджувальні знаки: Забезпечення відповідної ізоляції та належного позначення електроустаткування.

7. Пожежна безпека:

План евакуації та пожежогасіння: Розробка та регулярне проведення тренувань щодо евакуації та використання засобів пожежогасіння.

Пожежогасіння та екстрені виходи: Наявність ефективних засобів пожежогасіння та шляхів для швидкої евакуації.

8. Охорона здоров'я працівників:

Медичний контроль: Проведення регулярних медичних обстежень працівників, особливо тих, що працюють з харчовою продукцією.

Заходи захисту від шкідливих речовин: Розробка процедур для захисту працівників від потенційно шкідливих речовин шляхом використання вентиляції та інших заходів.

Ці заходи спрямовані на максимальне забезпечення безпеки працівників та уникнення можливих ризиків при виробництві фортифікованого борошна.

Забезпечення охорони праці у виробництві фортифікованого борошна є невід'ємною та важливою складовою виробничого процесу. Ретельно розроблений та ефективно впроваджений комплекс заходів з охорони праці сприяє створенню безпечних та комфортних умов для працівників, а також допомагає у забезпеченні високої якості та безпеки фортифікованого борошна.

Заходи з охорони праці включають в себе систему навчання та підготовки персоналу, впровадження сучасних технологій та обладнання, а також постійний моніторинг та аналіз усіх етапів виробничого процесу. Враховуючи специфіку харчової промисловості, особливу увагу приділяється дотриманню санітарних та гігієнічних норм, контролю за хімічною безпекою та впровадженню засобів індивідуального захисту [60].

Наголошується на постійному вдосконаленні системи охорони праці, враховуючи новітні тенденції та вимоги законодавства. Забезпечення безпеки та здоров'я працівників не лише підвищує їхню продуктивність, але й визначає позитивний імідж підприємства в очах споживачів та партнерів.

У підсумку, система охорони праці у виробництві фортифікованого борошна є гарантом стабільності та успішності виробничого процесу, спрямованого на вироблення продукції високої якості з урахуванням найвищих стандартів безпеки та екології.

5.2 Охорона навколишнього середовища

Виробництво фортифікованого борошна пов'язане не лише з важливим завданням забезпечення продукції високої якості, а й з відповідальністю за охорону навколишнього середовища. Заходи з охорони навколишнього середовища в цьому контексті спрямовані на зменшення негативного впливу виробництва на природні ресурси та довкілля.

1. Управління відходами:

Використання системи сортування та вторинної переробки відходів для зменшення обсягів відходів, що потрапляють на сміттєзвалища.

Впровадження ефективної системи утилізації та переробки виробничих відходів.

2. Енергоефективність:

Використання сучасних технологій та обладнання з низьким рівнем споживання енергії.

Впровадження енергозберігаючих рішень на всіх етапах виробництва.

3. Зменшення викидів:

Використання ефективних систем очищення та фільтрації, що дозволяють зменшити викиди у повітря та водойми.

Впровадження заходів для мінімізації викидів хімічних речовин у водойми.

4. Використання екологічно чистої сировини:

Заохочення виробників постачальників надавати сировину, яка вирощена чи вироблена з дотриманням екологічних стандартів.

5. Навчання та інформаційна робота:

Проведення навчань для персоналу з питань охорони навколишнього середовища та використання екологічно чистих технологій.

6. Стале вдосконалення:

Систематичне вдосконалення технологій та процесів для досягнення більш високих стандартів екологічної безпеки.

Ці заходи не лише відповідають сучасним екологічним стандартам, але й сприяють створенню екологічно відповідального підприємства, яке враховує інтереси не лише власного бізнесу, але й довкілля та суспільства в цілому. Виробництво фортифікованого борошна, відповідно до сучасних екологічних вимог, ведеться з високою ступеню відповідальності за охорону довкілля. При впровадженні заходів з екологічної безпеки та сталого розвитку, підприємство враховує комплексний вплив своєї діяльності на природне середовище.

Впровадження системи управління відходами дозволяє ефективно опрацювати та використовувати відходи виробництва, зменшуючи негативний вплив на природу. Заходи щодо енергоефективності спрямовані на раціональне використання енергетичних ресурсів, що сприяє зменшенню викидів та споживанню природних ресурсів.

Врахування виробничих викидів у повітря та водойми, а також контроль за якістю сировини є важливими аспектами в забезпеченні екологічної безпеки. Впровадження технологій, спрямованих на зменшення викидів та ефективний контроль за якістю сировини, свідчать про дотримання високих екологічних стандартів.

Спільно з тим, навчання персоналу та систематичне вдосконалення технологічних процесів дозволяють досягати високих стандартів екологічної безпеки та забезпечувати сталість у відносинах з природним середовищем.

Таким чином, виробництво фортифікованого борошна належить до екологічно відповідальних видів діяльності, де ефективні заходи з охорони довкілля сприяють сталому розвитку підприємства та збереженню екосистеми в цілому.

При виробництві борошна пшеничного необхідно дотримуватись вимог, викладених у «Правилах техніки безпеки и производственной санитарий на предп-риятиях по хранению и переработке зерна в системе хлебопродуктов» № 99-89 [25].

Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосферу необхідно здійснювати у відповідності з вимогами ГОСТ 172. 3.02 ДСП 201.

Охорона ґрунту від забруднення побутовими і виробничими відходами здійснюється у відповідності з вимогами Сан ПІН 42-128-4690.

Стічні води повинні очищатися і відповідати вимогам Сан ПІН 4630.

РОЗДІЛ 6 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ

Виробництво фортифікованого борошна є перспективним напрямком для інвестицій через кілька ключових факторів, що визначають його високий потенціал та стійкість на ринку.

Фортифіковане борошно відіграє важливу роль у вирішенні проблеми харчової безпеки та дефіциту поживних речовин. Його використання сприяє поліпшенню громадського здоров'я та зниженню захворювань, пов'язаних із дефіцитом вітамінів та мінералів.

Зростаюча увага споживачів до здорового способу життя та збалансованого харчування підвищує попит на продукцію, яка містить додаткові корисні компоненти. Фортифіковане борошно відповідає цьому тренду, що робить його продуктом великого попиту.

Впровадження сучасних технологій у виробництво фортифікованого борошна дозволяє підприємствам досягати високої якості продукції та забезпечувати стабільність у виробництві. Інвестори можуть сприяти впровадженню новітніх технологій та підтримувати дослідження для пошуку ефективних фортифікаційних компонентів.

Багато країн активно впроваджують нормативні акти та законодавчі ініціативи, які сприяють використанню фортифікованого борошна. Це створює благоприятний клімат для інвестицій та розвитку галузі.

Попит на продукцію харчової промисловості, зокрема фортифікованого борошна, залишається стійким навіть у складних економічних умовах, оскільки харчові продукти є базовою потребою для населення.

Усі ці чинники створюють сприятливе середовище для інвестування в виробництво фортифікованого борошна, забезпечуючи інвесторам не лише можливість отримання прибутку, а й можливість сприяти покращенню громадського здоров'я та соціальному розвитку.

Відповідні аспекти підтверджуються результатами досліджень маркетингових компаній [61].

Визначення витрат на сировину

Таблиця 6.1 - Витрати на сировину

Сировина	Всього витрат, кг	Ціна за 1 кг	Загальна вартість, грн
Мікрозелень (порошок)	10	1000	10000

При визначенні витрат на сировину враховувалися також витрати на допоміжні матеріали для проведення досліджень та вартість канцелярських товарів [62].

Визначення витрат на допоміжні матеріали

1. Пшениця – 5000 грн (за 1 тонну);
2. Ваги – 1500 грн (за 1 шт);
3. Доставка (машина) 3000 грн (відстань 100км);
4. фільтрувальний папір – 100 грн (упаковка);
5. рН метр – 210 грн (за шт);
6. колба конічна – 204 грн (за 3 шт);
7. колба мірна – 135 грн (за шт);
8. піпетка – 45 грн (за шт);
9. бюретка – 130 грн (за шт).

Відповідно загально витрати на сировину та матеріали для проведення дослідів складають:

$$V_{\text{заг}} = 5000 + 1500 + 3000 + 100 + 210 + 204 + 135 + 45 + 130 = 10\,324 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію розраховуємо з виразу:

$$V_{\text{ел.ен.}} = \sum(\tau * \eta) * T,$$

де τ – кількість годин роботи приладу, год.

η – паспортна потужність електродвигуна приладу,

кВт. T – тариф електроенергії (2,64), грн/кВт*год.

Витрати на електроенергію зведені до таблиці 6.2

Таблиця 6.2 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Потужність електродвигуна, кВт	Тривалість експлуатування обладнання, год	Витрати електроенергії, кВт*год
Термостат	1,5	342	513
Електронні ваги	0,011	18	0,19
Млин	2,0	3	6
Просіювач борошна	1,1	3	3,3
Сушильна шафа	2	72	144
Холодильник	0,75	342	256,5
Фотоелектоколориметр	0,075	8	0,6
Фасувальний автомат	1,9	8	15,2
ВСЬОГО:	-	-	938,79

$$V_{\text{ел.ен.}} = 938,79 * 2,64 = 2478,41 \text{ грн}$$

Приймаємо, що під час проведення НДР було використано приблизно 10м³ води за тарифом 10 грн/м³.

Загальні витрати на водозабезпечення складають:

$$V_{\text{водоз}} = 10 * 10 = 100 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату

Витрати по заробітній платі визначаються як сума заробітної плати усіх учасників НДР: керівника з технологічної кафедри, керівника з економічної частини, студента-дослідника та лаборанта. Розрахунки вносяться до таблиці 6.3

Слід зазначити, що керівник з технологічної кафедри та керівник з економічної частини беруть участь ще у декількох інших ідентичних проектах. В залежності від їхнього навантаження.

Таблиця 6.3 – Розрахунок оплати праці усіх учасників НДР

Учасники НДР	Місячний оклад, грн	Трудоємність проведених робіт, кількість місяців	Ступінь участі, %	Оплата праці за НДР, грн
Керівник з технологічної кафедри	10000	1	10%	1000
Керівник з економічної частини	10100	1	5%	505
Студент-дослідник	6700	1	100%	6700
Лаборант	6700	1	5%	335
ВСЬОГО:	8540,0			
Відрахування на соціальні потреби (22%)	1878,8			
Всього заробітна плата з відрахуваннями:	10418,8			

Амортизаційні відрахування

Обладнанням користуються в академії на протязі 2 місяців, в перерахунку на цілодобову роботу. Норма амортизації складає 20% (3% (20 * 2/12)) від балансової вартості працюючих технологічних машин і механізмів, 60% (в перерахунку (10% (60 * 2/12)) від балансової вартості комп'ютера, 5% (0,8% (5*2/12)) від балансової вартості приміщення лабораторії. Вважатимемо, що амортизація фондів, що використовуються для проведення НДР нараховується за прямолінійним методом.

Спираючись на ці дані, було встановлено норми амортизаційних відрахувань, що занесені в табл. 3.4.

Результати амортизаційних відрахувань приведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Витрати на амортизацію обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Норма відрахування, %	Відрахування на амортизацію, грн
Приміщення лабораторії	432 000	0,008	3 456
Лабораторний стіл	5 000	0,03	150
Млин	72000	0,03	2160
Фасувальний автомат	12000	0,03	360
Просіювач борошна	26000	0,03	780
Термостат	22 400	0,03	672
Фотоелектоколориметр	34 000	0,03	1020
Електронні ваги	30 500	0,03	105
Сушильна шафа	10 000	0,03	300
Комп'ютер	7 000	0,1	900
Холодильник	8 000	0,03	240
ВСЬОГО	658 900		10 143

Інші витрати

Інші витрати складають 10 % від суми витрат по статтям 1-5 та розраховуються з виразу:

$$V_{\text{ін}} = (V_{\text{заг}} + V_{\text{ел.ен.}} + V_{\text{вводоз}} + V_{\text{з.пл.}} + V_{\text{соц.}} + V_{\text{ам}}) \cdot 0,1$$

$$V_{\text{ін}} = (10\,000 + 10324 + 2478,41 + 100 + 8540,0 + 1878,8 + 10143) \cdot 0,1 = 4346,42 \text{ грн}$$

Накладні витрати

Накладні витрати складають 20 % від суми витрат за статтями 1-6 та розраховуються за формулою:

$$V_{\text{накл}} = (V_{\text{заг}} + V_{\text{ел.ен.}} + V_{\text{вводоз}} + V_{\text{з.пл.}} + V_{\text{соц.}} + V_{\text{ам}} + V_{\text{ін}}) \cdot 0,2$$

$$V_{\text{накл}} = (10\,000 + 10324 + 2478,41 + 100 + 8540,0 + 1878,8 + 10143 + 4346,42) \cdot 0,2 = 9562,13 \text{ грн}$$

Загальні витрати зведено в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 - Кошторис витрат на проведення прикладних НДР

Найменування статей витрат	Сума витрат, тис. грн
1. Матеріали	20 324,00
2. Паливо та енергія	2478,41
3. Заробітна плата (основна і додаткова)	8540,00
4. Відрахування на соціальні заходи	1878,80
5. Амортизаційні відрахування	10143,00
6. Інші витрати	4346,42
7. Накладні витрати	9562,13
ВСЬОГО	57 272,76

Ціна на НДР

$$C_{\text{ндр}} = V_{\text{ндр}} + \Pi + \text{ПДВ}$$

$$\Pi = V_{\text{ндр}} * 0,35 = 57\ 272,76 * 0,35 = 20\ 045,47 \text{ грн}$$

$$\text{ПДВ} = (V_{\text{ндр}} + \Pi) * 0,2 = (57\ 272,76 + 20\ 045,47) * 0,2 = 15\ 463,65 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ндр}} = 57\ 272,76 + 20\ 045,47 + 15\ 463,65 = 92\ 781,88 \text{ грн}$$

Інноваційний бюджет

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + C_{\text{ндр}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{сер}}$$

де $C_{\text{ндр}}$ – ціна НДР

$V_{\text{кон}}$ – витрати на розробку концепції 50 % від $C_{\text{ндр}}$, $V_{\text{кон}} = 46\ 390,94$ грн;

$V_{\text{екс}}$ – витрати на експериментальні дослідження 55 % від $C_{\text{ндр}}$,

$$V_{\text{екс}} = 51\ 030,03 \text{ грн.}$$

$V_{\text{сер}}$ - витрати на сертифікацію продукції 20% від $C_{\text{ндр}}$, $V_{\text{сер}} = 18\ 556,38$ грн

$$I_{\text{ін}} = 46\ 390,94 + 92\ 781,88 + 51\ 030,03 + 18\ 556,38 = 208\ 759,23 \text{ грн.}$$

Визначення інвестицій у виробництво

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}}$$

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції у ОВФ;

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції у оборотні кошти (ОК);

$I_{рек}$ – інвестиції у стартову рекламу.

$$I_{овф} = I_{буд} + I_{уст}$$

де $I_{буд}$ - інвестиції в будівництво ($I_{буд} = 0$);

$I_{уст}$ - інвестиції в устаткування.

Оскільки передбачено тільки установку обладнання, тоді інвестиції в устаткування будуть дорівнювати затратам на купівлю нового устаткування:

$$I_{уст} = V_{п.уст}$$

Витрати на купівлю устаткування:

$V_{п.уст} = 658\,900$ (табл. 3.4). тобто інвестиції уОВФ дорівнюють:

$$I_{овф} = I_{уст} = 658\,900 \text{ грн}$$

Інвестиції у оборотні кошти приймають 15% від $\Delta РП = РП_{кон}$. Дане значення були прийнято ґрунтуючись на тому, що в країні нестабільна економічна ситуація і ціни на товари можуть різко змінюватись.

$$I_{ок} = РП_{кон} \cdot 0,15 = 556\,800\,000 \cdot 0,15 = 83\,520\,000 \text{ грн}$$

$\Delta РП$ – зміна обсягу реалізації продукції (у випадку даної роботи є рівним обсягу реалізації продукції у плановому періоді), тобто $\Delta РП = РП_{кон} = 556\,800\,000$ грн

Інвестиції на рекламу становлять 10 % від $\Delta РП$:

$$I_{рек} = 0,1 \cdot 556\,800\,000 = 55\,680\,000 \text{ грн}$$

В якості реклами планується використання різноманітних каналів та засобів для просування товарів, таких як: соціальні мережі, преса, рекламні щити, рекламні брендovanі заходи, з метою залучення уваги цільової аудиторії і стимулювання попиту на фортифіковані вітамінами продукти та борошно.

Визначимо інвестиції у виробництво

$$I_{вир} = 658\,900 + 83\,520\,000 + 55\,680\,000 = 139\,858\,900 \text{ грн}$$

Визначимо розмір інвестицій

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{вир}} = 208\,759,23 + 139\,858\,900 = 140\,067\,659,23 \text{ грн}$$

Зіставимо суму інвестицій на проведення НДР та впровадження результатів на підприємстві (I) з прибутком (П), який очікується:

В даному випадку, за наданими даними:

$$\text{Сума інвестицій (I)} = 140\,067\,659,23 \text{ грн}$$

$$\text{Прибуток (П)} = 556\,80000 \text{ грн}$$

Для визначення відношення можна використати формулу:

$$\text{Відношення} = (\text{Прибуток} / \text{Сума інвестицій}) * 100$$

Застосуємо цю формулу до наданих даних:

$$\text{Відношення} = (55680000 / 140\,067\,659,23 \text{ грн}) = 2.5 \text{ (термін окупності)}$$

Виходячи з отриманих даних, можемо зробити висновок, що термін окупності складає менше 3 років. Отже, проведення НДР буде доцільним, а впровадження її результатів на виробництві – ефективним.

Для проведення науково-дослідної роботи необхідно виділити 1 місяць – за цей термін проводилось відпрацювання технології виробництва борошна фортифікованого вітамінами, а також проводилось дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників продукції.

ВИСНОВКИ

1. Виробництво з пшениці борошна вищого гатунку супроводжується значною втратою вітамінів, зокрема вітамінів групи В.

2. Сучасним трендом у виробництві зернових продуктів є фортифікація та вітамінізація борошна вищого сорту. Мікрозелень містить концентрат біологічно активних речовин. Її використання для фортифікації борошна вищого гатунку є перспективним.

3. При додаванні мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику до пшеничного борошна в межах 3 – 5 % дозволило отримати зразки, які за своїми сенсорними властивостями відповідали ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови.»

4. Фортифікація борошна пшеничного вищого гатунку мікрозеленню гороху, пшениці, соняшнику в усіх розглянутих варіантах сприяла підвищенню виходу клейковини в порівнянні з контрольним зразком. Клейковина всіх фортифікованих зразків відносилась до І групи якості – «добра».

5. Проведено визначення кількості вітамінів В₁, В₂ і Е в мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику. Встановлено, що за вмістом вітаміну Е мікрозелень соняшнику значно випереджає інші зразки, що, вочевидь, обумовлено належністю соняшнику до олійних культур.

6. Проведені розрахунки свідчать, що при фортифікації борошна пшеничного мікрозеленню гороху і пшениці в кількості 3 - 7 % і 3 % соняшнику виконується вимога не перевищувати у 100 г борошна понад 0,4 мг вітамінів В₁ і В₂. У випадку соняшника, щоб не перетинати межу 0,4 мг рибофлавіну, що додається, доцільно обмежитись внесенням 4 % мікрозелені соняшника.

7. Визначено інтегральний показник, який характеризує антиоксидантну активність мікрозелені. Показано, що мікрозелень соняшнику і пшениці мають високу біологічну активність, перевершуючи за цим показником галову кислоту. В результаті фортифікації мікрозеленню підвищується антиоксидантна активність зразків борошна, їх біологічна цінність.

8 Виробництво фортифікованого борошна вищого гатунку базується на сортовому помелі зерна пшениці. Внаслідок ідентифікації та аналізу небезпечних чинників виробництва було визначено, що загрози для безпечності продукту існують на стадії висушування мікрозелені (біологічний чинник: розвиток МАФАНМ; БГКП; патогенних мікроорганізмів роду *Salmonella*; *Bacillus cereus*); на стадії дозрівання борошна (біологічний чинник: розвиток плісневих грибів); на стадії первинного очищення зерна (фізичний чинник: сторонні домішки, феродомішки).

9. Користуючись принципом «дерева рішень», стадію висушування мікрозелені було віднесено до плану НАССР, стадії очищення зерна та дозрівання борошна віднесено до операційних програм-передумов.

10. За економічними розрахунками, проведення НДР буде доцільним, а впровадження її результатів на виробництві – ефективним. Термін окупності вкладених інвестицій у впровадження результатів проекту на підприємстві складе 2,5 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сільське господарство України. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.11.2023).
2. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України. *Державна служба статистики України*. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.11.2023).
3. Fortification of wheat flour. *World Health Organization (WHO)*. URL: <https://www.who.int/tools/elena/bbc/wheat-flour-fortification> (date of access: 15.11.2023).
4. WHA65 | WHO Tracker. *WHO Tracker / WHO Tracker*. URL: <https://who-track.phmovement.org/wha65> (date of access: 15.11.2023).
5. Guideline: Fortification of wheat flour with vitamins and minerals as a public health strategy. *World Health Organization (WHO)*. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/354783/9789240043398-eng.pdf?sequence=1> (date of access: 15.11.2023).
6. Chart: Year When Food Fortification Mandated – Global Fortification Data Exchange | GFDx. *Global Fortification Data Exchange / GFDx – Providing actionable food fortification data all in one place*. URL: <https://fortificationdata.org/chart-year-when-food-fortification-mandated/> (date of access: 15.11.2023).
7. Global coverage of mandatory large-scale food fortification programs: a systematic review and meta-analysis / F. Rohner et al. *Advances in nutrition*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.07.004> (date of access: 15.11.2023).
8. U.S. Agency for International Development. *U.S. Agency for International Development*. URL: <https://www.usaid.gov/> (date of access: 15.11.2023).
9. Економічна правда. USAID АГРО надасть гранти до 57 мільйонів для проєктів вітамінізації українського борошна. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/08/11/703135/> (дата звернення: 15.11.2023).
10. Програма USAID з аграрного і сільського розвитку (АГРО). «Сервісні послуги для агро ММСП» - GRANTY. *GRANTY*.

URL: <https://granty.org.ua/programa-usaid-z-agrarnogo-i-silskogo-rozvytku-agro-servisni-poslugy-dlya-agro-mmsp.html> (дата звернення: 15.11.2023).

11. Програма USAID з аграрного і сільського розвитку – АГРО. *Офіційна сторінка в Facebook*. URL:

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=660394886125268&set=a.612278287603595> (дата звернення: 15.11.2023).

12. Dziki D. The latest innovations in wheat flour milling: a review. *Agricultural engineering*. 2023. Vol. 27, no. 1. P. 147–162.

URL: <https://doi.org/10.2478/agriceng-2023-0011> (date of access: 15.11.2023).

13. Dough rheology, pasting property, and steamed bread quality of wheat flour as affected by the addition of sprouted wheat flour / W. Sun et al. *International journal of food properties*. 2023. Vol. 26, no. 1. P. 2160–2170.

URL: <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2244699> (date of access: 15.11.2023).

14. Fortification of wheat and maize flour with folic acid for population health outcomes / E. Centeno Tablante et al. *Cochrane database of systematic reviews*. 2019. URL: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012150.pub2> (date of access: 15.11.2023).

15. Fortification of whole wheat flour with different iron compounds: effect on quality parameters and stability / A. P. Rebellato et al. *Journal of food science and technology*. 2018. Vol. 55, no. 9. P. 3575–3583.

URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3283-y> (date of access: 15.11.2023).

16. Bajaj S. R., Singhal R. S. Fortification of wheat flour and oil with vitamins B12 and D3: effect of processing and storage. *Journal of food composition and analysis*. 2021. Vol. 96. P. 103703. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103703> (date of access: 15.11.2023).

17. Flour fortification for nutritional and health improvement: a review / R. V. C. Cardoso et al. *Food research international*. 2019. Vol. 125. P. 108576.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108576> (date of access: 15.11.2023).

18. Kancherla V. Countries with an immediate potential for primary prevention of spina bifida and anencephaly: mandatory fortification of wheat flour with folic ac-

id. *Birth defects research*. 2018. Vol. 110, no. 11. P. 956–965.
URL: <https://doi.org/10.1002/bdr2.1222> (date of access: 15.11.2023).

19. Pachón H. Wheat flour fortification and human health. *Improving the nutritional and nutraceutical properties of wheat and other cereals*. 2021. P. 201–266.
URL: <https://doi.org/10.19103/as.2021.0087.23> (date of access: 15.11.2023).

20. Biemi F. D., Ganji V. Temporal relation between double fortification of wheat flour with iron and folic acid, and markers and prevalence of anemia in children. *Nutrients*. 2021. Vol. 13, no. 6. P. 2013.
URL: <https://doi.org/10.3390/nu13062013> (date of access: 15.11.2023).

21. Reducing the burden of anemia and neural tube defects in low- and middle-income countries: an analysis to identify countries with an immediate potential to benefit from large-scale mandatory fortification of wheat flour and rice / V. Kancharla et al. *Nutrients*. 2021. Vol. 13, no. 1. P. 244.
URL: <https://doi.org/10.3390/nu13010244> (date of access: 15.11.2023).

22. In situ fortification of vitamin B12 in wheat flour and wheat bran by fermentation with *Propionibacterium freudenreichii* / C. Xie et al. *Journal of cereal science*. 2018. Vol. 81. P. 133–139.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.05.002> (date of access: 15.11.2023).

23. Evidence of the effectiveness of flour fortification programs on iron status and anemia: a systematic review / H. Pachón et al. *Nutrition reviews*. 2015. Vol. 73, no. 11. P. 780–795. URL: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv037> (date of access: 15.11.2023).

24. Fortification effects of different iron compounds on refined wheat flour stability / A. P. Rebellato et al. *Journal of cereal science*. 2018. Vol. 82. P. 1–7.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.05.006> (date of access: 15.11.2023).

25. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. *БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України*.
URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=71279 (дата звернення: 15.11.2023).

26. Policy - Cereal and Pulses – Specification for Fortified Wheat Flour (SLS 79:2014) | Global database on the Implementation of Nutrition Action (GINA). WHO/OMS: Extranet Systems. URL: <https://extranet.who.int/nutrition/gina/en/node/25852> (date of access: 15.11.2023).

27. WFP Fortified Wheat Flour. *World Food Programme (WFP)*. URL: https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/manual_guide_proced/wfp292946.pdf (date of access: 15.11.2023).

28. ICS 67.060. DMS 30:2021. Fourth edition. Fortified wheat flour — Specification. *World Trade Organization*. URL: https://members.wto.org/crnattachments/2022/TBT/MWI/22_2336_00_e.pdf (date of access: 15.11.2023).

29. Microgreens—A comprehensive review of bioactive molecules and health benefits / M. Bhaswant et al. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 2. P. 867. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules28020867> (date of access: 19.11.2023).

30. Prospects of microgreens as budding living functional food: Breeding and biofortification through OMICS and other approaches for nutritional security / A. Gupta et al. *Frontiers in genetics*. 2023. Vol. 14. URL: <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1053810> (date of access: 19.11.2023).

31. Bioactive compounds in cruciferous sprouts and microgreens and the effects of sulfur nutrition / W. Zeng et al. *Journal of the science of food and agriculture*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.12755> (date of access: 19.11.2023).

32. Koley T. K., Pandey V. Microgreens from vegetables: more nutrition for better health. *Vegetables for nutrition and entrepreneurship*. Singapore, 2023. P. 103–113. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-19-9016-8_6 (date of access: 19.11.2023).

33. Rizvi A., Sharma M., Saxena S. Microgreens: a next generation nutraceutical for multiple disease management and health promotion. *Genetic resources and crop evolution*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01506-3> (date of access: 19.11.2023).

34. Defining growth requirements of microgreens in space cultivation via biomass production, morpho-anatomical and nutritional traits analysis / C. Amitrano et al. *Frontiers in plant science*. 2023. Vol. 14.

URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1190945> (date of access: 19.11.2023).

35. Microgreens for home, commercial, and space farming: a comprehensive update of the most recent developments / Z. Teng et al. *Annual review of food science and technology*. 2022. Vol. 14, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-060721-024636> (date of access: 19.11.2023).

36. The nutritional quality potential of microgreens, baby leaves, and adult lettuce: an underexploited nutraceutical source / E. Martínez-Ispizua et al. *Foods*. 2022. Vol. 11, no. 3. P. 423. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11030423> (date of access: 19.11.2023).

37. Vegetable microgreens: the gleam of next generation super foods, their genetic enhancement, health benefits and processing approaches / S. Sharma et al. *Food research international*. 2022. Vol. 155. P. 111038.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111038> (date of access: 19.11.2023).

38. Microgreens: a novel food for nutritional security / G. P. Mishra et al. *Conceptualizing Plant-Based Nutrition*. Singapore, 2022. P. 123–156. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-19-4590-8_7 (date of access: 19.11.2023).

39. Radish microgreens produced without substrate in a vertical multi-layered growing unit are rich in nutritional metabolites / S. Tilahun et al. *Frontiers in plant science*. 2023. Vol. 14. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1236055> (date of access: 19.11.2023).

40. A review on various extraction and detection methods of bio-functional components from microgreens: food applications and health properties / A. Sehrish et al. *International journal of food properties*. 2023. Vol. 26, no. 2. P. 3082–3105. URL: <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2272564> (date of access: 19.11.2023).

41. Pant Y., Lingwan M., Masakapalli S. K. Metabolic, Biochemical, Mineral and Fatty acid profiles of edible Brassicaceae microgreens establish them as promis-

ing functional food. *Food chemistry advances*. 2023. P. 100461.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100461> (date of access: 19.11.2023).

42. A comprehensive review on the antioxidant activities and health benefits of microgreens: current insights and future perspectives / T. E. Tallei et al. *International journal of food science & technology*. 2023.

URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.16805> (date of access: 19.11.2023).

43. Bread enriched with legume microgreens and leaves—ontogenetic and baking-driven changes in the profile of secondary plant metabolites / R. Klopsch et al. *Frontiers in chemistry*. 2018. Vol. 6.

URL: <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00322> (date of access: 19.11.2023).

44. Kaur N., Singh B., Kaur A. Influence of wheatgrass and mung bean microgreens incorporation on physicochemical, textural, sensory, antioxidant properties and phenolic profile of gluten-free eggless rice muffins. *International journal of food science & technology*. 2022. Vol. 57, no. 5. P. 3012–3020.

URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15625> (date of access: 19.11.2023).

45. Determination of Isothiocyanate-Protein Conjugates in a Vegetable-Enriched Bread / M. Krell et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 6. P. 1300.

URL: <https://doi.org/10.3390/foods10061300> (date of access: 19.11.2023).

46. Spinach (*Spinacia oleracea*) microgreen prevents the formation of advanced glycation end products in model systems and breads / Q. Zhou et al. *Current research in food science*. 2023. P. 100490.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100490> (date of access: 19.11.2023).

47. Dough rheological properties and characteristics of wheat bread with the addition of lyophilized kale (*brassica oleracea* L. var. *sabellica*) powder / A. Korus et al. *Applied sciences*. 2022. Vol. 13, no. 1. P. 29.

URL: <https://doi.org/10.3390/app13010029> (date of access: 19.11.2023).

48. ГОСТ 9404-88 Борошно та висівки. Метод визначання вологості.

49. ГОСТ 27494-87 Борошно та висівки. Методи визначання зольності.

50. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначення сирі клейковини ручним способом.

51. Визначення вмісту хлорофілів та каротиноїдів в листі шпинату городнього (*spinacia oleracea* L.) У. В. Гриненко, І. О. Журавель.

52. Патент на винахід 107506 С2, МПК G 01N 33/00 (2015.01). Спосіб визначення біологічної активності об'єктів природного походження / Хомич Г. П., Вікуль С. І., Капрельянц Л. В., Осипова Л. А., Лозовська Т. С. № u 201302626; заявл. 04.03.2013; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1.

53. ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови».

54. ДСТУ 8645:2016 Зелень петрушки, селери та кропу сушена.

55. Подпрятков Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. – К. : Аграрна освіта, 2014. – 393 с.

56. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / за ред. Г.М. Лисюк. Суми ВТД «Університетська книга», 2009. 464 с.

57. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини: підручник. К.: ВЦ «Академія», 2021. 520 с.

58. ДСТУ ISO 22000:2018 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга».

59. Закон України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" від 23.12.1997 № 771/97-ВР зі змінами URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97> (Дата звернення: 01.12.2022)

60. Основи охорони праці За редакцією К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського.

61. Fortified Foods Market. *Market Research & Business Intelligence | Future Market Insights, Inc.* URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/fortified-food-market> (date of access: 28.11.2023).

62. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Інноваційний менеджмент з КР на тему "Обґрунтування ефективності наукового дослідження та впровадження у виробництві": для студентів спец. 181 "Харчові технології" ". Ступінь вищої освіти магістр / Г. В. Карпінська ; відп. за вип. Н. Й. Басюркіна ; Каф. управління бізнесом. – Одеса : ОНТУ, 2022. – 21 с.

Додаток А

Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників

Номер та назва стадії (операції)	Небезпечні чинники, що виникають, посилюються або контролюються на цій стадії (Б- біологічні, Х – хімічні, Ф – фізичні)	Джерела (причини, умови) виникнення чи посилення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника у кінцевому продукті	Обґрунтування прийнятого рівня	Заходи керування та їхні комбінації	Результати оцінки ризику			Суттєвість НЧ
						Істотність впливу, С	Ймовірність виникнення, В	Ступінь ризику, К	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1 Приймання зерна	<p>Х Токсичні елементи, мг/кг</p> <p>Мікотоксини, мг/кг</p> <p>Радіонукліди, Бк/кг</p> <p>Пестициди, мг/кг:</p>	Забруднення з оточуючого середовища, недотримання умов вирощування та транспортування	<p>свинець – 0,5</p> <p>кадмій – 0,1</p> <p>миш'як – 0,2</p> <p>ртуть – 0,03</p> <p>мідь – 10,0</p> <p>цинк – 50,0</p> <p>афлатоксин В₁ - ,005</p> <p>зеараленон – 1,0</p> <p>Т-2 токсин – 0,1</p> <p>вомітоксин – 0,5</p> <p>охратоксин -0,005</p> <p>цезій – 20,0</p> <p>стронцій – 5,0</p> <p>ДДВФ – 0,3;</p> <p>ДДТ та його метаболіти – 0,02 ;</p> <p>ГХЦГ, γ-ізомер – 0,2</p> <p>Гексахлоран – 0,2</p>	<p>ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови</p> <p>МБВ 5061</p>	Гарантії постачальника, перевірка сертифікатів якості, періодичний контроль в акредитованих лабораторіях	3	0,1	0,3	несуттєвий

КРМ.ХХЕтаб.1.926-03.1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1 Приймання зерна	Ф Сміттева домішка,	Недотримання умов вирощування та транспортування	не більше 1-2%	ДСТУ 3768:2019	Гарантії постачальника, вхідний контроль	2	0,1	0,2	несуттєвий
1.2 Зберігання зерна	Б: Патогенні мікроорганізми. Шкідники та їх сліди життєдіяльності	Недотримання умов зберігання. Недостатня боротьба зі шкідниками	Не більше 1×10^5 КУО/г Не допускається	ДСТУ 3768:2019	Контроль температури та вологості ПП- 8 щодо контролю за шкідниками,	2	0,1	0,2	несуттєвий
	Ф: Сміттева домішка	Недотримання умов зберігання	не більше 1-2%	ДСТУ 3768:2019	ПП-2 щодо захисту від забруднення та сторонніх домішок				
	Х: відсутні								
1.3 Попереднє очищення, сепарація зерна	Ф: Сміттева домішка, феродомішки	Несправне обладнання, недостатній контроль за вмістом домішок	мінеральна домішка не більше 0,3 % галька, шлак, рудане більше 0,15 %	ДСТУ 3768:2019	Контроль за станом обладнання. ПП-2. Контроль вмісту домішок	2	0,3	0,6	суттєвий
	Б: відсутні Х: відсутні								
1.4 Очищення, миття зерна	Х Миючі та дезінфікуючі засоби	Порушення санітарно-гігієнічних правил	Не допускається	ДСТУ 3768:2019	ПП-5 Контроль залишкової кількості хімікатів	2	0,1	0,2	несуттєвий
	Ф: сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ДСТУ 3768:2019	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.5 Гідро-термічна обробка	Б плісєневі гриби	Недотримання умов процесу	Не більше 1×10^5 КУО / г	МБВ 5061	Контроль температури та часу обробки	3	0,1	0,3	несуттєвий
	Ф : відсутні Х : відсутні								
1.6 Формування помельної партії	Ф : сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ДСТУ 3768:2019	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б : відсутні Х : відсутні								
1.7 Помел зерна	Ф : сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б : відсутні Х : відсутні								
1.8 Вимелювання оболонки	Ф : сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б : відсутні Х : відсутні								
1.9 Шлифування крупки	Ф : сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б : відсутні Х : відсутні								

КРМ.ХХЕтаБ.1.926-03.1.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.10 Розмелювання крупок та дунстів	Ф: сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б: відсутні Х: відсутні								
1.11 Дозрівання борошна	Б: Патогенні мікроорганізми. Шкідники та сліди їх життєдіяльності	Недотримання умов процесу . Невідповідний санітарний стан приміщень	Не більше 1×10^3 КУО / г Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за температурою та вологістю повітря. Контроль вологості та кислотності борошна ПП-8	3	0,2	0,6	суттєвий
	Х: відсутні Ф: відсутні								
1.12 Змішування зз мікрозеленню	Ф: сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б: відсутні Х: відсутні								
1.13 Фасування борошна	Ф: сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б: відсутні Х: відсутні								
1.14 Зберігання борошна	Б: Патогенні мікроорганізми Шкідники хлібних запасів	Недотримання умов процесу Невідповідний санітарний стан приміщень	Не більше 1×10^3 КУО / г Не допускається	ГСТУ 46.004-99	Контроль температури тавологості. Контроль стану упаковки. Контроль строків зберігання	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Х: відсутні Ф: відсутні								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1 Приймання мікрозелені	Б МАФАНМ БГКП Патогенні м/о Bacillus cereus Ураженість шкідниками	Не належне збирання, обробка та транспортування	не більше $5,0 \cdot 10^5$ КУО в 1 г Не допускаються Не допускаються не більше 10^3 КУО в 1 г не допускаються	ДСТУ 8645:2016	Контроль сировини, в разі невідповідних показників бракування партії.	3	0,1	0,3	несуттєвий
	Х - токсичні елементи Нітрати Радіонукліди	Природна забрудненість сировини	не більше ніж Свинець 0,1 мг/кг Кадмій 0,03 мг/кг Ртуть 0,02 мг/кг, Миш'як 0,2 мг/кг, Мідь 5,0 мг/кг, Цинк 10,0 мг/кг, 2000 мг NO_3^- /кг Цезій ₁₃₇ -240 Бк/кг Стронцій ₉₀ -80 Бк/кг	ДСТУ 8645:2016	Контроль сировини, в разі невідповідних показників бракування партії.	3	0,1	0,3	несуттєвий
	Ф - металеві домішки (розмір частинок має бути не більше ніж 0,3 мм), сторонні домішки	Неналежне збирання та транспортування	не більше ніж $3,0 \cdot 10^{-4}$ % Не допускаються	ДСТУ 8645:2016	Контроль сировини, в разі невідповідних показників бракування партії.	2	0,2	0,4	несуттєвий
2.2 Зрізання та подрібнення	Ф : сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ДСТУ 8645:2016	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б : відсутні Х : відсутні								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3 Висушування зелені	Б МАФАНМ БГКП Патогенні м/о Bacillus cereus	Неналежні умови процесу	не більше $5,0 \cdot 10^5$ КУО в 1 г Не допускаються Не допускаються не більше 10^3 КУО в 1 г	ДСТУ 8645:2016	Контроль за температурою та часом процесу. У разі невідповідності утилізація партії	3	0,2	0,6	суттєвий
	Х: відсутні Ф: відсутні								
2.4 Розмелювання зелені	Ф: сторонні предмети	Несправне обладнання	Не допускається	ДСТУ 8645:2016	Контроль за станом обладнання. ПП-2.	2	0,2	0,4	несуттєвий
	Б: відсутні Х: відсутні								
2.5 Дозування зелені	Б: відсутні Х: відсутні Ф: відсутні								
3.1 Приймання пакувальних матеріалів	Б- патогенні мікроорганізми	Недотримання умов виробництва, транспортування та зберігання	Кількість МАФАМ – не більше 3×10^3 КУО/г БГКП (колі-форми), КУО в 5 г - не дозволено патогенні мікроорганізми, в т. ч. роду Salmonella в 10 г – не дозволено	ДСанПіН 4.4.3-134-2006	Гарантії постачальника Сертифікати якості ПП-10	2	0,1	0,2	несуттєвий
	Х - міграція катіонів важких металів паперу у водній витяжці	Недотримання умов виробництва, транспортування та зберігання	Токсичні елементи, не більше, мг/дм ³ : цинк - 1,0; свинець - 0,03; кадмій - 0,001.	ДСанПіН 4.4.3-134-2006	Гарантії постачальника Сертифікати якості ПП-10	2	0,1	0,2	несуттєвий
	Ф – сторонні забруднення	Недотримання умов транспортування та зберігання	Не дозволяється	ДСанПіН 4.4.3-134-2006	Візуальний контроль ПП-2	2	0,1	0,2	несуттєвий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.2 зберігання пакувальних матеріалів	Б: відсутні Х: відсутні Ф: відсутні								
3.3 підготовка пакувальних матеріалів	Б - патогенні мікроорганізми	Перехресне забруднення	Кількість МАФАМ – не більше 3×10^3 КУО/г БГКП (колі-форми), КУО в 5 г – не дозволено патогенні мікроорганізми, в т. ч. роду <i>Salmonella</i> в 10 г – не дозволено	ДСанПіН 4.4.3-134-2006	Контроль санітарного стану	2	0,1	0,2	несуттєвий
	Х - відсутні Ф - відсутні								

КРМ.ХХЕтаб.1.926-03.1.17

Додаток Б
НАССР-план

КТК № /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
				Вимірювання або спостереження	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцінює результати		
КТК-1 Гідротермічна обробка зерна	Х: Мікотоксини: афлатоксин В ₁ зеараленон Т2-токсин дезоксиніваленон (вомітоксин)	Контроль за дотриманням температурних режимів, та тривалістю технологічного процесу	t = 45-57 °С, тривалість 11-12 год.	температура час	Термометр для вимірювання температури та таймер для визначення тривалості процесу	Кожна зміна	Оператор лінії	Термограми, журнал моніторингу ККТ, Журнал контролю мікотоксинів	При недотриманні параметрів, з'ясовують та усувають причини неполадок. При перевищенні нормативних показників партію утилізують
КТК-2 Висушування мікрозелені	Б: МАФАНМ БГКП; Salmonella; Bacillus cereus	Контроль за дотриманням температурних режимів, та тривалістю процесу	t = 62-65 °С, тривалість 30-36 г.	температура час	Термометр, таймер	Кожна партія	технолог	журнал моніторингу ККТ, Журнал мікробіологічного контролю	Регулювання параметрів. При перевищенні нормативних показників партію утилізують

КРМ.ХХЕтаб.1.926-03.1.17

Додаток В

Операційні програми-передумови

ОПП №_ /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Процедура моніторингу				Протоко- ли	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
			Вимірюва- ння або спостере- ження	Прилади, використа- ні для монітори- нгу	Часто- та	Хто виконує монітори- нг/оцінює результат		
ОПП 1 Сепарація зерна	Ф Сторонні та фе- родомішки	Контроль вмісту до- мішок ПП щодо захисту від забруднення та сто- ронніх домішок	Візуальний контроль. Вміст сто- ронніх до- мішок	Сита, тере- зи	Кожна партія	Технолог, лаборант	Журнал контролю ОПП. Лабора- торний журнал	У випадку невідпо- відності з'ясовують причини неполадок, усувають їх та на- правляють партію на повторну операцію
ОПП 2 Дозріван- ня боро- шна	Б Патогенні мік- роорганізми Шкідники та сліди їх життєді- яльності	Дотримання умов збе- рігання борошна. ПП щодо захисту від шкідників	Візуальний контроль Температура та вологість повітря	Термометр, гігрометр	Пос- тійно. 2 рази в мі- сяць	Комірник, лаборант	Журнал контролю ОПП. Журнал мікробіо- логічного контролю	Регулювання пара- метрів. Регулярна обробка приміщення. При перевищенні нормативних показ- ників партію утилі- зують


КРМ.ХХЕтаб.1.926-03.1.17

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
**«Розроблення заходів з управління
небезпечними
чинниками для виробництва
вітамінізованого
борошна пшеничного вищого сорту»**

ЗДОБУВАЧ МЕЛЬНИК А.С. ТМ65
КЕРІВНИК ДОЦЕНТ ОЗОЛІНА С.О.

Актуальність дослідження

- ▶ Одним з безпекових аспектів сучасного світу є продовольча безпека. Безпосередньо продовольча безпека забезпечується за рахунок розвитку таких основних галузей як рослинництво, тваринництво та суміжних перероблюючих секторів виготовлення продуктів харчування.
- ▶ Хліб та хлібобулочні вироби з пшеничного борошна є стратегічною продукцією, що складає базисну основу харчової промисловості держави та є одночасно продуктом високої соціальної значимості, що потребує постійної підтримки та розвитку, з метою забезпечення потреб населення у корисних речовинах.
- ▶ Одним з методів модернізації галузі є розробка нової продукції, що затребувана на ринку та має оздоровчий напрям.
- ▶ Виробництво з пшениці борошна вищого гатунку супроводжується значною втратою вітамінів, зокрема вітамінів групи В.
- ▶ Сучасним трендом у виробництві харчової продукції є фортифікація та вітамінізація борошна вищого гатунку. Мікрозелень містить концентрат біологічно активних речовин. Її використання для фортифікації борошна вищого гатунку є перспективним.

- 
- ▶ *Мета роботи* – отримання борошна, фортифікованого мікрозеленню та розроблення заходів з управління небезпечними чинниками його виробництва.
 - ▶ *Наукова новизна одержаних результатів*: обґрунтовано склад борошна пшеничного, фортифікованого мікрозеленню, проведена оцінка його органолептичних і фізико-хімічних показників, обрано показники якості та безпечності на основі аналізу існуючої нормативної документації, запропонована технологія отримання з розробкою НАССР-плану та обґрунтовані заходи з управління небезпечними чинниками, дана оцінка інвестиційної привабливості.

Застосування фортифікованого борошна має ряд значущих переваг, які визначають його важливість у виробництві та споживанні харчових продуктів.

- ▶ 1. Підвищення харчової цінності: Додавання вітамінів та мінералів до борошна сприяє збагаченню продукту необхідними поживними речовинами. Це особливо важливо в умовах, коли деякі групи населення мають обмежений доступ до різноманітних джерел харчових речовин.
- ▶ 2. Боротьба з дефіцитами поживних речовин: Фортифікація борошна дозволяє ефективно протидіяти дефіцитам певних вітамінів та мінералів у деяких регіонах або серед конкретних груп населення.
- ▶ 3. Широкий спектр застосувань: Фортифіковане борошно може використовуватися для виробництва різноманітних харчових продуктів, таких як хліб, булочки, печиво та інші випічкові вироби, що дозволяє споживачам отримувати поживні речовини з різних джерел.
- ▶ 4. Покращення здоров'я населення: Забезпечення населення додатковими вітамінами та мінералами може призвести до покращення загального стану здоров'я та профілактики деяких хвороб, пов'язаних з нестачею конкретних поживних речовин.
- ▶ 5. Сприяння сталому розвитку: Фортифікація може бути ключовим елементом у програмах боротьби з недоїданням та недостатньою харчовою безпекою, сприяючи сталому розвитку та зменшенню негативних впливів недохідних дієт на громадське здоров'я.

Мікрозелень – джерело біологічно активних речовин

- ▶ Харчова мікрозелень — це молоді рослини, які вирощуються з насіння і зазвичай збираються на стадії кількох листочків, коли рослини ще молоді й невеликі. Ці молоді пагони вважаються особливо корисними і харчовими, оскільки вони містять велику кількість поживних речовин, таких як вітаміни, мінерали та антиоксиданти. Мікрозелень часто використовують у кулінарії для приготування салатів, сендвічів, соків і як прикрасу для різних страв.



микрорелень гороху



микрорелень соняшнику

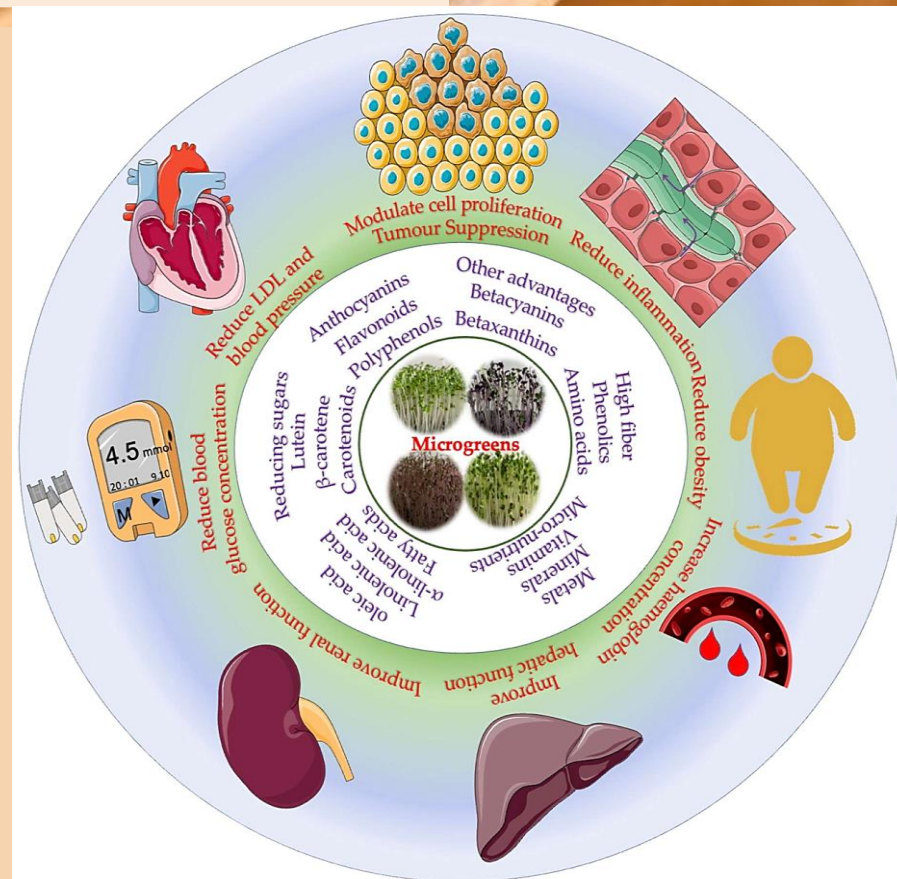


микрорелень пшениці



Використання мікрозелені як частини комплексних терапевтичних програм для лікування різноманітних хронічних захворювань та дисфункцій.

- ▶ **Лікування захворювань серцево-судинної системи:** зокрема, високий вміст антоціанінів, флавоноїдів та інших антиоксидантів у мікрозелені може позитивно впливати на здоров'я серцево-судинної системи, зменшуючи ризик серцевих захворювань.
- ▶ **Боротьба з запаленням:** біологічно активні речовини, такі як біофлаваноїди та каротиноїди, можуть мати протизапальні властивості, сприяючи зменшенню запалення в організмі.
- ▶ **Антиканцерогенна дія:** вміст антиоксидантів у мікрозелені, таких як бета-каротин та аскорбінова кислота, може допомагати в захисті клітин від ушкоджень та допомагати в профілактиці онкозахворювань.
- ▶ **Користь для пацієнтів з діабетом:** мікрозелень може бути корисною для пацієнтів із цукровим діабетом, оскільки вона може допомагати в регулюванні рівня цукру в крові та підтримувати здоров'я під час цієї хвороби.
- ▶ **Боротьба з ожирінням:** враховуючи високий вміст корисних речовин та низьку калорійність, мікрозелень може бути корисною частиною дієти для контролю ваги та запобігання ожирінню.



Визначення кількості та якості клейковини



Методи дослідження показників якості борошна

Показник	Характеристика методу	НД
Колір	Візуально	ДСТУ 46.004-99
Смак, запах	Органолептично	ДСТУ 46.004-99
Вологість	Гравіметричне після висушування	ГОСТ 27492-87
Зольність	Спалювання у муфельній печі	ГОСТ 27494-87
Якість та кількість клейковини	Якісне та кількісне визначення	ГОСТ 27839-88

Визначення зольності борошна пшеничного



Сенсорні і фізико-хімічні показники якості борошна з додаванням мікрозелені

Показник	Борошно (контроль)	Борошно з додаванням 5 % мікрозелені		
		гороху	пшениці	соняшнику
Колір	Білий	Білий	Білий	Білий з жовтим відтінком
Запах	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, солодкуватий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вологість, %	14,0	14,1	13,6	13,8
Зольність, %	0,47	0,50	0,49	0,51

Отримані результати свідчать, що введення 5 % досліджуваних видів мікрозелені не спотворює сенсорні властивості борошна, а саме колір, запах, смак, всі вони відповідають вимогам ДСТУ.

Характеристика зразків борошна, фортифікованих мікрозеленню, за вмістом і якістю клейковини

Зразок	Вихід клейковини, %	Еластичність клейковини за ІДК
Борошно (контроль)	25,8	62,1
Борошно з додаванням мікрозелені		
Мікрозелень гороху 3 %	26,4	59,8
Мікрозелень гороху 5 %	26,9	65,9
Мікрозелень гороху 7 %	27,0	72,0
Мікрозелень пшениці 3 %	26,7	59,4
Мікрозелень пшениці 5 %	26,6	61,4
Мікрозелень соняшника 3 %	26,0	60,2
Мікрозелень соняшника 5 %	26,6	63,7

Вміст деяких біологічно активних інгредієнтів в мікрозелені, мг/100 г

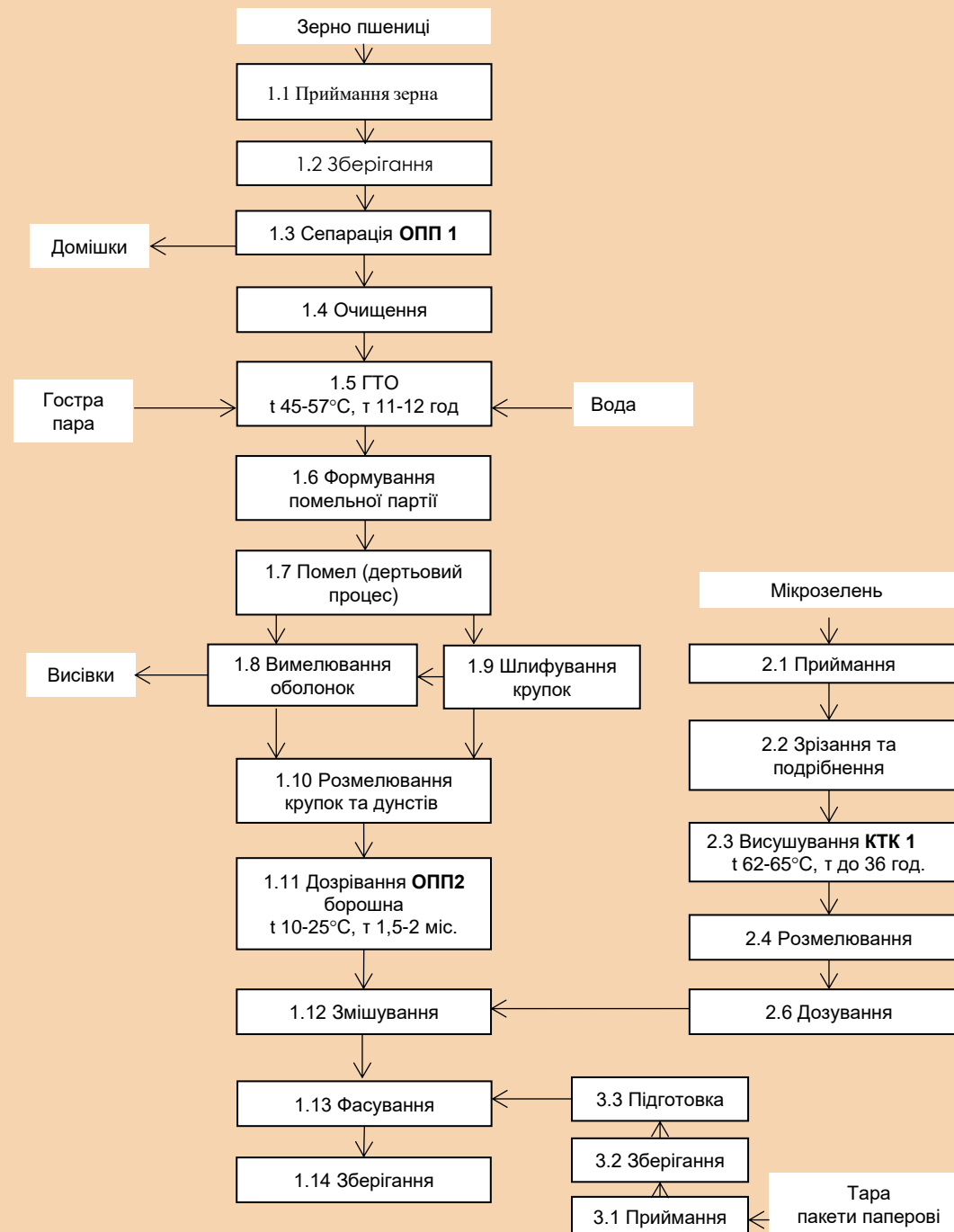


Показник	Мікрозелень		
	гороху	пшениці	соняшнику
Вітамін В ₁	1,02	1,32	1,30
Вітамін В ₂	5,55	6,58	9,59
Вітамін Е	1583,8	1949,6	2222,1
Хлорофіл	4,74	5,5	3,92
Каротиноїди	1,213	1,065	0,025

Вміст тіаміну і рибофлавіну в фортифікованому борошні

Мікрозелень	Кількість доданого вітаміну, мг		Вміст вітаміну в 100 г фортифікованого борошна, мг	
	тіамін	рибофлавін	тіамін	рибофлавін
гороху 3 %	0,031	0,167	0,351	0,267
гороху 5 %	0,051	0,278	0,371	0,378
гороху 7 %	0,071	0,389	0,391	0,489
пшениці 3 %	0,040	0,197	0,360	0,297
пшениці 5 %	0,066	0,329	0,386	0,429
соняшнику 3 %	0,039	0,288	0,359	0,388
соняшнику 5 %	0,065	0,480	0,385	0,580


Блок-схема виробництва фортифікованого борошна



Опис борошна фортифікованого



Інформація, що зазначається	Пояснення
Офіційна назва продукту	Борошно пшеничне вищого сорту вітамінізоване
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне».
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Зерна м'якої пшениці, висушена мікрозелень, вода питна підготована
Хімічні, фізичні показники безпеки	Вміст токсичних елементів, не більше: свинець 0,5; кадмій 0,1; арсен 0,2; ртуть 0,02; мідь 10,0; цинк 50,0 Альфатоксини, не більше 0,05 мг/кг Зеараленон, не більше 1,0 мг/кг Т-2-токсин, не більше 0,1 мг/кг Охратоксини, не більше 2 мкг/кг Дезоксініваленон не більше 0,5 мкг/кг Радіонукліди: Цезій 137 не більше 20 Бк/кг; Стронцій 90 не більше 5 Бк/кг.
Мікробіологічні показники безпеки	Кількість МАФАНМ, не більше 10мкг/кг; Сальмонелла: відсутність в 25 г. Escherichia coli (E. coli): менше 10 ² КУО в 1 г Staphylococcus aureus: менше 10 ² КУО в 1 г Коліформні бактерії: менше 10 ³ КУО в 1 г Дріжджі та грибки: менше 10 ³ КУО в 1 г
Споживче пакування	Паперові пакети 1 або 3 дм ³
Транспортне пакування	Поліетиленові, картонні упаковки
Вимоги до маркування	Інформація про продукт відповідно до статті Закону України «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів», зазначена у технологічних картах, та ГСТУ 46.004-99 .
Умови зберігання та термін придатності	Умови зберігання борошна пшеничного – згідно з ГОСТ 26791 та відповідно до Загальних вимог чинної "Инструкции по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы" № 9-7. Термін зберігання борошна вищого сорту без втрати якості, в сприятливих умовах – 12 місяців.
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Продукт загального вжитку. Бути уважним споживачам з алергією або непереносимістю до окремих компонентів, глютену.
Спосіб вживання	Випікання, паніровка, пом'якшувач для соусів та супів, густиння кремів та соусів.



Небезпечні фактори можна умовно розділити на три групи: біологічні, хімічні та фізичні.

- ▶ **Біологічні небезпечні фактори** – шкідливі бактерії, віруси і паразити.
- ▶ До **хімічних небезпечних чинників** відносять речовини, що можуть утворитися у продукті природним шляхом або ж потрапити у продукцію ззовні в процесі переробки.
- ▶ **Фізично небезпечні фактори** – це сторонні предмети у харчовому продукті (метал, скло), при вживанні яких здоров'ю споживача може бути завдано шкоди.

НАССР небезпечні чинники що робити щоб звести до мінімуму

Технологічний етап	Джерело виникнення НЧ	Небезпечний чинник	Захід керування
Сепарація зерна	Забруднена рослинна сировина, недотримання параметрів технологічного процесу	Фізичний сторонні та феродомішки	Контроль за станом обладнання та фільтрувальних матеріалів- постійно Контроль вмісту домішок періодично 1 раз за зміну
Висушування мікрозелені	Недотримання параметрів процесу	Біологічний Наявність та розвиток мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів; БГКП; Salmonella; Bacillus cereus	Контроль температури та часу процесу - кожної операції. Мікробіологічний контроль при порушенні параметрів
Дозрівання борошна	Недотримання умов зберігання	Біологічний Плісневі гриби Aspergillus і Penicil-lium	Контроль температури і відносної вологості повітря. Контроль органолептичних показників та кислотності – 2 рази за місяць (при 10-20 °С)

НАССР-план

КТК №_ /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протокол и	Коригування та коригувальні дії (відповідальніс ть) протоколи
				Вимірюва ння або спостереже ння	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує монітор инг/оцін ює результ ат		
КТК-1 Висушува ння мікрозеле ні	Б: МАФАНМ БГКП; Salmonella; Bacillus cereus	Контроль за дотриманням температурни х режимів, та тривалістю процесу	t = 62-65 °C, тривалість 30-36 г.	температур а час	Термометр, таймер	Кожна партія	технолог	журнал моніторин гу ККТ, Журнал мікробіол огічного контролю	Регулювання параметрів. При перевищенні нормативних показників партію утилізують

Операційні програми-передумови

ОПП № /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
			Вимірюван- ня або спостережен- ня	Прилади, використані для монітори- нгу	Частота	Хто виконує монітори- нг/оцінює результат		
ОПП 1 Сепарація зерна	Ф Сторонні та феродомішки	Контроль вмісту домішок ПП щодо захисту від забруднення та сторонніх домішок	Візуальний контроль. Вміст сторонніх домішок	Сита, терези	Кожна партія	Технолог, лаборант	Журнал контролю ОПП. Лаборато- рний журнал	У випадку невідповідності з'ясовують причини неполадок, усувають їх та направляють партію на повторну операцію
ОПП 2 Дозрівання борошна	Б Патогенні мікроорганізми Шкідники та сліди їх життєдіяльності	Дотримання умов зберігання борошна. ПП щодо захисту від шкідників	Візуальний контроль Температура та вологість повітря	Термометр, гігрометр	Постійно. 2 рази в місяць	Комірник, лаборант	Журнал контролю ОПП. Журнал мікробіол- огічного контролю	Регулювання параметрів. Регулярна обробка приміщення. При перевищенні нормативних показників партію утилізують


ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ

- ▶ Виробництво фортифікованого борошна є перспективним напрямком для інвестицій через кілька ключових факторів, що визначають його високий потенціал та стійкість на ринку.
- ▶ Сума інвестицій (І) = 140 067 659,23 грн
- ▶ Прибуток (П) = 556 80000 грн
- ▶ $(55680000 / 140\,067\,659,23 \text{ грн}) = 2.5$ (термін окупності)
- ▶ Виходячи з отриманих даних, ми розрахували, що термін окупності складає менше 3 років.

Висновки

- ▶ Виробництво з пшениці борошна вищого гатунку супроводжується значною втратою вітамінів, зокрема вітамінів групи В.
- ▶ При додаванні мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику до пшеничного борошна в межах 3 – 5 % дозволило отримати зразки, які за своїми сенсорними властивостями відповідали ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови.»
- ▶ Проведено визначення кількості вітамінів В₁, В₂ і Е в мікрозелені гороху, пшениці, соняшнику. Встановлено, що за вмістом вітаміну Е мікрозелень соняшнику значно випереджає інші зразки, що, вочевидь, обумовлено належністю соняшнику до олійних культур.

- ▶ Проведені розрахунки свідчать, що при фортифікації борошна пшеничного мікрозеленню гороху і пшениці в кількості 3 - 7 % і 3 % соняшнику виконується вимога не перевищувати у 100 г борошна понад 0,4 мг вітамінів В₁ і В₂. У випадку соняшника, щоб не перетинати межу 0,4 мг рибофлавіну, що додається, доцільно обмежитись внесенням 4 % мікрозелені соняшника.
- ▶ Визначено інтегральний показник, який характеризує антиоксидантну активність мікрозелені. Показано, що мікрозелень соняшнику і пшениці мають високу біологічну активність, перевершуючи за цим показником галову кислоту. В результаті фортифікації мікрозеленню підвищується антиоксидантна активність зразків борошна, їх біологічна цінність.
- ▶ Користуючись принципом «дерева рішень», стадію висушування мікрозелені було віднесено до плану НАССР, стадії очищення зерна та дозрівання борошна віднесено до операційних програм-передумов.
- ▶ За економічними розрахунками, проведення НДР буде доцільним, а впровадження її результатів на виробництві – ефективним. Термін окупності вкладених інвестицій у впровадження результатів проекту на підприємстві складе 2,5 роки.

A glass bowl filled with white powder, a wooden spoon, and a wooden tray with powder on a burlap background.

Дякую за
увагу