

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО–ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно–технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

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

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"  
на тему:

**Обґрунтування технології безглютенового печива  
з біологічно активованим зерном амаранту**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГХТ–1–19

за спеціальністю 181 "Харчові технології"

\_\_\_\_\_ Омельчук В'ячеслав Станіславович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Миколенко Світлана Юріївна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки  
сільськогосподарської продукції  
доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Омельчук В`ячеслав Станіславович

1. Тема роботи «Обґрунтування технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту»

Керівник роботи Миколенко Світлана Юріївна, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 27 листопада 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується безглютенових борошняних кондитерських виробів. 3) Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина. 4. Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета, об'єкт та предмет досліджень. 2. Борошняні кондитерські вироби функціонального призначення. 3. Основні задачі дипломної роботи. 4. Фізико-

хімічні показники якості безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту. 5. Залежність відсоткового співвідношення безглютенових видів борошна на якість готового виробу. 6. Вплив кількості біологічно активованого зерна амаранту та кефіру на якість готового виробу та поживну цінність. 7. Органолептичні показники якості дослідних зразків безглютенового печива. 8. Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників якості дослідних зразків безглютенового печива. 9. Технологічна схема виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту. 11. Кошторис витрат на проведення досліджень. 12. Загальні висновки та пропозиції.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	Миколенко С.Ю., доцент	29.09.20	27.11.20
4	Кравець В.В., доцент	29.09.20	27.11.20
5	Павленко О.С., доцент	29.09.20	27.11.20

7. Дата видачі завдання 29 вересня 2020 року.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.09-25.09.20	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	26.09-12.10.20	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	12.10-20.10.20	виконано
4	Експериментальна частина	21.10-18.11.20	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.11-25.11.20	виконано
6	Організаційно-економічна частина	26.11-28.11.20	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, список використаних джерел	28.11-29.11.20	виконано
8	Розробка технічних умов, підготовка публікації та демонстраційного матеріалу	29.11-30.11.20	виконано

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

В. С. Омельчук

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

С.Ю. Миколенко

( підпис )

№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	К-ть аркушів	Номер аркуша	Примітка
			<b><u>Документація</u></b> <b><u>загальна</u></b>			
1	A4	44ДР. 226000.000.ПЗ	Завдання	1	2	
2	A4	44ДР. 226000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	86		
			<b><u>Демонстраційна частина</u></b>			
1	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Аналітичний огляд	1	2	
2	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Мета роботи й завдання дослідження	1	3	
3	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Експериментальна частина	4	4 – 7	
4	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Експериментальні дослідження та їх результати	9	8 – 16	
5	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Технічні засоби та засоби захисту з поліпшення умов праці	1	17	
6	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Кошторис витрат на проведення дослідження	1	18	
7	A4	44ДР. 226000.000.ГЧ	Загальні висновки по роботі	1	19	

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 86 сторінка друкованого тексту, 18 рисунків та ілюстрації, 18 таблиць та використано 103 літературних джерела.

Метою роботи є розробка технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, за рахунок застосування тваринних білків, що дозволяє поліпшити структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів.

Об'єкт досліджень – технологія виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту.

Предмет дослідження – вплив біологічно активованого зерна амаранту на структурно-механічні властивості виробу, для забезпечення високих органолептичних властивостей безглютенового печива;

В даний час актуальною є розробка продуктів спеціалізованого призначення, в тому числі для людей, які страждають на целиакію. Целиакія (глютенова ентеропатія) – мультифакторіальне захворювання, викликане пошкодженням ворсинок тонкої кишки харчовими продуктами, що містять глютен – білкова фракція таких злаків, як пшениця, жито, ячмінь, овес або їх гібридів, і похідні цієї білкової фракції, нерозчинні у воді. Єдиним методом лікування захворювання і профілактики ускладнень при целиакії є безглютенова дієта.

В якості повноцінної заміни глютенівмісних продуктів можна використовувати як традиційні види зернових: (рис, гречку, кукурудзу, пшоно), так і нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.). Це частково вирішується розробкою нової рецептури безглютенових борошняних кондитерських виробів - печива. Таким чином, робота присвячена вирішенню актуальних питань розширення асортименту функціональних (оздоровчих) продуктів харчування, а саме безглютеновою продукцією для хворих на целиакію та інші хронічні хвороби.

Ключові слова: ПЕЧИВО, ГЛЮТЕН, АМАРАНТ, БОРОШНО, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ЦЕЛІАКІЯ, КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ, РЕЦЕПТУРА, ЯКІСТЬ, АСОРТИМЕНТ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ В ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ	10
1.1 Актуальність проблеми виробництва безглютенових харчових продуктів	10
1.2 Огляд існуючих методів і технологій безглютенових кондитерських виробів	11
1.3 Аналіз сучасних рецептурних компонентів безглютенових кондитерських та хлібобулочних виробів	13
1.4 Мета і задачі дослідження	18
Висновки до розділу	19
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ, МЕТОДІВ І ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧИВА	20
2.1. Характеристика об'єктів досліджень	20
2.2 Методи дослідження	21
2.3 Температурні параметри процесу випікання борошняних кондитерських виробів	23
Висновки до розділу	24
3 ПРОГРАММА І МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧИВА З ВИКОРИСТАННЯМ СИРОВИНИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	26
3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини	26
3.2 Варіації замісу дослідних зразків тіста	28
3.3 Опис технологічної схеми та апаратурне оформлення технології виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту	31
3.4 Результати експериментальних досліджень	34
Висновки до розділу	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
4.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ	50

4.2 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в лабораторії	54
4.3 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з електродуговою шафою	54
4.3.1 Загальні положення	54
4.3.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи	55
4.3.3. Вимоги безпеки праці під час роботи	56
4.3.5. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи	57
4.4. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ	57
4.4.1 Розрахунок системи вентиляції в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ	57
4.4.2. Рекомендації щодо поліпшення умов праці в науково-виробничій лабораторії з визначення якості зерна та зернопродуктів кафедри ТЗПСГП Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету	59
Висновки до розділу	61
<b>5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	61
5.1 Організація проведення дослідження	61
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	67
5.3 Розрахунок вартості дослідження	71
Висновки до розділу	72
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	73
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	75
<b>ДОДАТКИ</b>	86

## ВСТУП

Важливими проблемами, що стоять перед харчовою промисловістю на сучасному етапі, є економія дорогих видів сировини, розширення і вдосконалення асортименту. Виникає потреба розширення асортименту за рахунок якісних та нових виробів на основі використання нетрадиційних видів сировини з високими споживчими характеристиками і невисокою вартістю.

В даний час актуальною є розробка продуктів спеціалізованого призначення, в тому числі для людей, які страждають на целиакію. Целиакія (глютеніа ентеропатія) – мультифакторіальне захворювання, викликане пошкодженням ворсинок тонкої кишки харчовими продуктами, що містять глютен – білкова фракція таких злаків, як пшениця, жито, ячмінь, овес або їх гібридів, і похідні цієї білкової фракції, нерозчинні у воді. Єдиним методом лікування захворювання і профілактики ускладнень при целиакії є безглютеніа дієта.

В якості повноцінної заміни глютеніа місних продуктів можна використовувати як традиційні види зернових: (рис, гречку, кукурудзу, пшоно), так і нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.).

Асортимент безглютеніа продукції не великий, проте попит на даний вид продукції зростає з кожним роком і необхідність забезпечення даної категорії людей спеціалізованими продуктами харчування існує постійно.

Основну частку на ринку безглютеніа продуктів харчування в Україні займають продукти імпорного виробництва. Промисловий випуск безглютеніа продуктів здійснюють такі фірми, як «Bezgluten» (Польща), «Dr. Shar» (Італія), «Glutano» (Німеччина), «Finax» (Швеція), «Moilas» (Фінляндія), «Valio» (Фінляндія) та ін. Вони пропонують досить широкий вибір продуктів для харчування хворих на целиакію – хліб, макаронні вироби, печиво, суміші для випічки та ін. Такі продукти запатентовані, їх відрізняє наявність на упаковці маркування «gluten-free». Щодо вітчизняних виробників безглютеніа продукції, то розробкою займаються такі фірми як «Агросільпром», «ДІАМАНТ ЛТД», «SunnyGoga», «Ecoliya» та ін.

Безглютенові борошняні вироби виробляють з рисового, кукурудзяного, гречаного борошна та крохмалю, в декілька разів дорожче аналогічних борошняних виробів з пшеничного борошна [1]. В результаті цього виникає необхідність забезпечення хворих на целиакію якісними і недорогими спеціалізованими продуктами українського виробництва, на основі нетрадиційної зернової сировини, також виникає проблема стосовно наявності мінімальної кількості, або відсутності клейковини в безглютеновій сировині, яка є ключовим фактором формування пористої структури хлібобулочних виробів. Отже, розробка рецептур і технологій безглютенових борошняних виробів вітчизняного виробництва є актуальним завданням.

Вирішенню проблеми вдосконалення технологій безглютенових хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів присвячено роботи вітчизняних та закордонних вчених, таких як: Дробот В. І., Дорохович А. М., Шаніної О. М., Дорохович В. В., Aguilar N., Carra C., Arendt E. K., Moreira R., Gallagher E., Rosell C. M. та ін. Для компенсації відсутньої клейковини, вченими запропоновано використовувати функціональні можливості інших рецептурних компонентів та новітніх технологічних процесів (використання білкових добавок, ферментних препаратів, ВТО, екструдювання та пророщування сировини, заквашування тіста та ін.).

Метою дослідження – розробка технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, за рахунок застосування тваринних білків, що дозволяє поліпшити структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів.

Відповідно до поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. Систематизувати емпіричну базу даних про сучасних тенденцій в технології безглютенових кондитерських виробів, ефективність застосування сучасних рецептурних компонентів і інноваційних технологічних рішень для обґрунтування технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту;

2. Обґрунтувати склад безглютенової сировини, рідкої фази тіста, виду і концентрації добавок, які поліпшують структурно-механічні властивості виробу, для забезпечення високих органолептичних властивостей безглютенового печива;

3. Дослідити характеристику сировини і методологію експериментальних досліджень;

4. Розробити технологію і технологічні схеми виробництва безглютенового печива із використанням тваринних білків, що дозволить збалансувати реологічні властивості пористого печива;

5. Дослідити стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ.

6. Виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт досліджень – технологія виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту.

Предмет дослідження – вплив біологічно активованого зерна амаранту на структурно-механічні властивості виробу, для забезпечення високих органолептичних властивостей безглютенового печива;

# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ В ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

## 1.1 Актуальність проблеми виробництва безглютенових харчових продуктів

В останні десятиліття дослідники все частіше привертають увагу проблемі непереносимості злакового білка – глютену. [1, 2]. Збільшує кількість людей, в яких споживання будь-яких глютенівмісних продуктів створює потенційний ризик для здоров'я. На відміну від багатьох інших видів алергії, алергія на глютен може призвести до серйозного порушення роботи шлунково-кишкового тракту та завдати шкоди організму. Проявом непереносимості є целиакія. Целиакія виявлена у всіх країнах і регіонах світу. Зберігається стійка тенденція до збільшення частоти поширеності целиакії, що значно варіюється від країни до країни та середній показник становить від 0,5 до 1,0% населення світу [3].

В даний час стрімко розвивається виробництво спеціалізованих продуктів з інгредієнтами, відсутність яких в продуктах харчування є неприйнятним за певними медичними показниками (алергени, певні види білків, олігосахариди, полісахариди тощо).

Безглютенові продукти є одним з сегментів продовольчого ринку. Вони відрізняються тим, що не містять глютену – рослинного білка. Безглютенової дієти повинні дотримуватися люди, які страждають хронічним розладом метаболізму, в результаті споживання глютенівмісних продуктів – целиакія, а також індивідуальна непереносимість білка злакових. Споживання глютенівмісних продуктів (пшениці, вівса, ячменю і жита) проявляється у цих людей у вигляді запалення слизової кишкової. Тільки суворе дотримання безглютенової дієти може захистити від серйозних наслідків, які можуть бути спровоковані непереносимістю глютену.

Виробництво функціональних і дієтичних продуктів харчування для цієї категорії населення в нашій країні розвинене на недостатньому рівні. Особливо гостро стоїть проблема забезпечення хворих на целиакію борошняними та

кондитерськими виробами, оскільки основним компонентом яких є пшеничне борошно, яке заборонена для вживання [4].

Целіакія (глютеніна етеропатія) – хронічна, генетично детермінований аутоімунна Т-клітинопослідовна етеропатія. Патогенетичною основою целіакії є розвиток атрофічних змін слизової оболонки тонкого кишечника під впливом специфічних білків ендосперму зерна зернових культур. Токсичні для пацієнтів з целіакією є так звані проламіни. У різних крупах проламіни мають свою назву: в пшениці – гліадин, у житі – секалін, у ячмені – хордеїн, у вівсі – авенін. Найвища концентрація проламінів спостерігається в пшениці, ячмені, житі [3]. Всі токсичні для хворих на целіакії білки злакових часто називають «глютен».

Єдине лікування целіакії це запобігання його ускладненням, сувора безглютеніна дієта протягом усього життя. Важливий елемент дієтичної терапії для хворих на целіакію є використання в харчуванні продуктів з високою харчовою цінністю [5].

У зв'язку з цим вчені стикаються з проблема розробки безглютенінових продуктів, які не тільки містять всі мікроелементи, необхідні для людського організму, але і мають гарний смак. На даний час на українському ринку така продукція представлена в не широкому асортименті і хворим на целіакію доводиться відмовитися від багатьох продуктів.

У багатьох країнах для пацієнтів з целіакією розроблені і виробляються безглютенінові заміники хліба, макаронів, печива, борошна для випічки та ін., ці вироби позначаються на упаковці символом «перекреслений колос». Такі види продукції проходять ретельний контроль рецептури та технології виробництва. Тобто борошно будь-якого виду злакових містить глютен, але безглютеніновими являються кукурудза, рис, гречка, це зернові не токсичні для людей, які хворі на целіакію. Нажаль в даний час асортимент функціональної продукції на українському ринку залишається обмеженим [6].

1.2 Огляд існуючих методів і технологій безглютенінових кондитерських виробів.

Безглютенові продукти відіграють важливе значення у профілактично-лікувальному харчуванні людини. Особливо це стосується хворих на целиакію [7]. Тенденції щодо розроблення безглютенових дієт зростає. Це сприяє збільшенню обсягів ринку та розширенню асортименту продуктів функціонального призначення, в тому числі безглютенових.

Чисельна кількість досліджень та наукових публікацій в напрямку технології безглютенових кондитерських та хлібобулочних виробів представлена академіком Дробот В. І. у співавторстві з учнями [8-12]. Стосовно удосконалення технології безглютенового печива з додаванням камедей гуару і ксантану для покращення структурно-механічних властивостей безглютенового тіста з рисового, кукурудзяного та гречаного борошна.

Сировина, яка досліджувалась, має ряд відмінностей, а саме: величина водопоглинальної здатності, вміст цукрів та газоутворювальна здатність тіста, її вплив на біохімічні процеси у безглютеновому тісті, а також вплив на органолептичні показники якості готових виробів.

Додавання рослинних олій, тваринних жирів та яєчних продуктів позитивно впливає на технологічний процес та органолептичні показники якості безглютенових кондитерських та хлібобулочних виробів [13].

Значну увагу приділено розробці технологій борошняних кондитерських виробів. Для виробництва безглютенового печива запропоновано використовувати борошно (гречане, кукурудзяне, рисове) [14], крохмаль (картопляний, кукурудзяний) [15] та жиромістні компоненти (сухі вершки, сухе молоко з різним відсотком жиру) [16]. Також розроблено технологію безглютенових кексів та печива на основі цукрози, фруктози та глюкози [17, 18]. Дорохович В. В. розроблено технології здобного пісочного печива, кексів, бісквітів та тістечок для хворих на цукровий діабет (із використанням цукрозамінників) [19], целиакію (із використанням безглютенових сортів борошна) та інше [20]. Доценко В. Ф. зі співавторами досліджено питання дотримання спеціальних вимог, щодо якості та безпечності безглютенової продукції, на підприємствах готельно-ресторанного господарства [21]. Шаніною О. М., Сафонову О. М. і Лобачову Н. Л. розроблено методики вдосконалення технології безглютенового хліба в результаті

використання безглютенового борошна в поєднанні з трансглютаміназою та білковими добавками тваринного походження [22-26]. Ще одним напрямком удосконалення і розширення асортименту безглютенових продуктів є технологія парових безглютенових хлібців та хліба. Для покращення структури виробів запропоновано застосовувати безглютенові види борошна з підвищеним вмістом білка (льняне, соргове, амаратове та ін.) з метою підвищення харчової цінності та структурно-механічних властивостей готової продукції [27-29]. Марцин Т. О. запропонував кіноа, як основний рецептурний компонент для виробництва хліба, що призвело до суттєвого зменшення об'єму виробу та погіршення структури м'якушки. З метою покращення показників якості хліба додавали кукурудзяний крохмаль з підвищеним вмістом харчових волокон (60 % на суху речовину) у різних співвідношеннях до маси борошно кіноа. З результатів досліджень питомого об'єму виробу, органолептичних показників якості, оптимальним є введення 15 % крохмалю [30].

Таким чином останні 10-20 років відсоток хворих на целиакію зростає. Цей факт, а також не достатній асортимент харчових продуктів високої якості функціонального призначення, посилює інтерес вчених щодо розробки та впровадження технологій безглютенової продукції (хлібобулочних, борошняних кондитерських виробів, снєків та ін.) [31].

1.3 Аналіз сучасних рецептурних компонентів безглютенових кондитерських та хлібобулочних виробів.

Найбільш розповсюдженими компонентами, які використовуються при виробництві хліба, хлібобулочних та кондитерських виробів є різні види борошна (рисове [32], кукурудзяне [33]) та крохмалю (рисовий [34], кукурудзяний [35], картопляний [36], маніоковий крохмаль [37], пшеничний [38, 39]). Для виробництва безглютенових продуктів, використовують альтернативні види сировини, такі як: безглютенове борошно зі злакових (соргове, просяне, вівсяне) [40, 41], безглютенове борошно з псевдозернових (гречане, амарантове, кіноа) [42, 43]; борошно з коренів та бульб (маніоки, батату) [44], борошно бобових (соя, нут,

боби, сочевиця, горох) [45, 46], борошно луб'яних культур (льняне, конопляне, тефі) [47, 48]. Основними відмінностями перерахованих видів борошна є: кількістю та якістю білка, характеристиками крохмалю (співвідношенням амілози і амілопектину), дисперсністю, текстурою і характером впливу на якість готового виробу. Також на якість, органолептичні показники, технологічний процес впливає і сорт борошна [49]. Використання рисового борошна, із-за низького вмісту амілози, призводить до покращення структури виробу [50], як і використання цільнозернового борошна [51]. Кукурудзяний, картопляний та рисовий крохмаль являється компонентом, який найбільш часто використовується для виробництва безглютенових продуктів [52]. Для заміни рисового борошна в безглютеновому хлібі вченими М. Кім та групою співавторів досліджено ефективність використання кукурудзяного, картопляного та тапіокового крохмалю, так як даний компонент сприяє поліпшенню якості безглютенових продуктів. Даний висновок сформовано в результаті заміни 30 % рисового борошна на картопляний крохмаль [53].

Вченими А. Яні та Дж. Сусіло А. Запропоновано використовувати сорго, кукурудзу, маніоку та ін., як основне джерело вуглеводів, для заміни основного компоненту – рису, так як попит на споживання даної культури зменшився. В результаті цього вченими розроблено новий борошняний продукт (композитну борошняну суміш з борошна маніюки, батату, кукурудзи і рисових висівок) зі зниженим глікемічним індексом та високою поживною та енергетичною цінністю [54].

Актуальним залишаються тема розширення асортименту безглютенових продуктів з підвищеним рівнем поживності для хворих на целиацію. Тому особливим сировинним компонентом для виробництва безглютенових продуктів вважають харчові волокна (льон) та нішеві культури (сорго, амарант, кіноа та ін.). Це пояснюється тим що, чим більший відсоток харчових волокон в тісті, тим більшою є кількість води, яка необхідна для отримання тіста певної консистенції.

У виробництві безглютенового хліба кількість води, яка використовується для приготування тіста, є такою ж (або вище), як загальна кількість сухих рецептурних компонентів.

Харчові волокна позитивно впливають на якісні характеристики безглютенового продукту. А. Зандонаді зі співавторами запропонував, використовувати в якості основного джерела харчових волокон псиліум (подорожник), як замітник глютену у безглютеновому тісті [55]. Встановлено, що основною функцією розчинного харчового волокна (псиліум) є його здатності до утворення плівки та мінімізації протизапального ефекту, який він має внаслідок високої здатності до водозв'язування [56].

Дослідження групи італійських вчених С. Сарра, М. Лукісано, М. Маріотті базувалися на вивченні впливу різної кількості клітковини (псиліуму, цукрового буряку) на якість безглютенового тіста для виробництва хліба та кондитерських виробів. Виявлено, що вони здатні покращити технологічні характеристики безглютенового тіста, а саме покращує якість структури хліба, як при бродінні тіста, так і при випіканні [57-60].

Безглютенові види хлібобулочних та кондитерських виробів мають активну крохмалисту складову, отже, клейстеризація крохмалю являється одним з основних процесів формування якості хліба. Ефективність даного процесу залежить, від достатньої кількості води в рецептурі. Крім того, наявність клейстиризованого крохмалю на початковому етапі випікання впливає на консистенцію тіста [61].

Застосування гідроколоїдів із загусниками або стабілізаторами (гуміарабік, карбоксиметилцелюлоза, гуарова камедь), як правило, нейтральні гідроколоїди менш розчинні порівнянні з поліелектролітами [62], для безглютенових продуктів вони використовуються в основному для драглеутворення, загущення та покращення структури [63, 64]. Вони знаходяться у вигляді полісахаридів та білків (насіння, плоди, рослинні екстракти, морські водорості та мікроорганізми) [65].

Важливим функціональним компонентом рецептури безглютенового хліба являються ферментні препарати. Ферментативні модифікації безглютенового хліба спрямовані на покращення структури тіста в результаті гідролізу, зшивання або окислення, що призводить до поліпшення структури м'якушки, якості продукту, а також сприяє подовженню терміну зберігання [66, 67]. Зшивання функціональних білків безглютенового борошна під дією трансглютамінази представлено в роботах [68-70]. Корейські вчені М. Шин, Д. Ганг та Дж. Сонг дослідили вплив

трансглютамінази та білків (сироватковий, казеїнат та соєвий) на якість хліба з використанням воскового рисового борошна [71]. Використання гуарової камеді та мікробіальної трансглютамінази призводить до більшої стійкості безглютенового тіста до процесу змішування. Застосування трансглютамінази позитивно впливає на вихід тіста та утримання вологи в продукті після випікання, але трансглютаміназа негативно впливає на питомий об'єм [72]. Також додавання амілолітичних ферментів, зменшує ретроградацію амілопектину, відповідно і черствіння під час зберігання [73].

Додавання білків суттєво впливає на формування структури багатьох продуктів харчування, безглютенового хліба також [74]. Через відмінні функціональні властивості білків. Вченими [76] досліджено тему розчинності, водо- та жирозв'язувальної здатності, геле- та піноутворення, емульгуючи властивостей рослинних білків. Білки (соєа, горох, ячний білок та казеїн та ін.) можуть додаватися до основних безглютенових рецептур [77- 79]. Вони призводять до підвищення пружності (шляхом зшивання білкової мережі), інтенсифікації кольору, смаку та аромату (в результаті реакції Майєра), покращення структури (геле- та піноутворення) [80]. Додавання протеїнів (соєового ізоляту, ячного білка) призводить до збільшення виходу виробу, покращення структури м'якушки та органолептичних показників якості продукту [81].

Німецькі вчені [82], акцентують на впливі підкислення безглютенового хліба, збагаченого білками, на основі внутрішньо- і міжмолекулярної взаємодії між екзогенними білками та молекулами крохмалю (структурутворення тіста, якість готового продукту та залежать від рН тіста). Внесення білків з тваринного походження призводить до нестабільності дозування та підкислення. Збільшення вмісту білка знижує рН тіста та підвищує загальну титровану кислотність. Тісто з додаванням білків має вищу температуру желатинізації в порівнянні з іншими компонентами тіста, тоді як рослинні білки (ізолят білків гороху та сої) призводять до зменшення ентальпії желатинізації.

Функціональність альтернативних білкових інгредієнтів, які використовуються для розширення асортименту безглютенових продуктів як функціонально, так і дієтично [83]. Основними джерелами білків є молочні

продукти, зернові та бобові, також в даних продуктах відсутній глютен, на додаток до структурних та текстурно-механічних властивостей. Харчові протеїни, які використовуються при розробці безглютенових продуктів: соєвий, гороховий, кукурудзяний, рисовий протеїн, гороховий білковий ізолят, ізолят білків молока, сироватковий білок, яєчний білок, білок зеїн, білок дріжджів, казеїн, альбумін, кафірін та ін. Досліджено роль не ковалентних взаємодій у формуванні в'язко-пружного матеріалу із зеїну, додавання до нього невеликої кількості високомолекулярного глютеніну, може викликати зміни у в'язко-пружних властивостях тіста [84, 85]. А саме, високомолекулярний глютенін збільшує екстенсивну в'язкість зразків гліадіну та зеїну, що вказує на те, що реологічні властивості зеїну можуть покращуватися за рахунок додавання високомолекулярного глютеніну. Зеїн не може самостійно імітувати властивості глютену, але гідроколоїди позитивно впливають на структурні та реологічні властивості зеїну [86]. Таким чином можна отримати тісто, подібне до пшеничного. Кафірін (спирт-розчинна проламінова фракція в ендоспермі сорго), становить близько 50 % білка зерна, також може використовуватись для розширення асортименту безглютенової продукції. Враховуючи властивості білків сорго, його розглядають, як харчову альтернативу глютену [87-89]. Кафірін є більш гідрофобним, в порівнянні з проламинами пшениці. При нагріванні кафірін демонструє зменшення здатності поглинання води за рахунок конформаційних змін білка. Така властивість може використовуватись для розробки безглютенового композитного тіста з в'язко-пружними характеристиками [90].

Додавання казеїнату натрію до рецептури, позитивно впливає на характеристики скоринки безглютенових борошнистих виробів. Вплив казеїну разом з добавками амаранту, кіноа та вівса на реологічні та механічні властивості нестандартного свіжого тальятеле ручної роботи. В роботі [91], яка присвячена дослідженню рецептури макаронного тіста з рисового борошна, видно, що додавання гуарової камеді та казеїну, призводить до полегшення обробки тіста. Отже, молочні білки є високо функціональними компонентами, які можна ефективно застосувати у багатьох продуктах харчування [92].

Застосування молочного білка може бути альтернативним рішенням для створення безглютенових продуктів через їх позитивну роль у підвищенні харчової цінності та структури продукту, покращити текстуру та колір тіста, підвищити термін зберігання [93].

Перспективним напрямком розвитку асортименту функціональних борошнистих кондитерських виробів є створення нових видів продукції, в тому числі печиво (хлібці), які можуть бути хорошою альтернативою хлібу, вони можуть бути використані для приготування бутербродів, перекусу та ін.

#### 1.4 Мета і задачі дослідження

Мета дослідження – розробка технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, за рахунок застосування тваринних білків.

Відповідно до цього необхідно вирішити такі завдання:

1. Систематизувати емпіричну базу даних про сучасних тенденцій в технології безглютенових кондитерських виробів, ефективність застосування сучасних рецептурних компонентів і інноваційних технологічних рішень для обґрунтування технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту;
2. Обґрунтувати склад безглютенової сировини, рідкої фази тіста, виду і концентрації добавок, які поліпшують структурно-механічні властивості виробу, для забезпечення високих органолептичних властивостей безглютенового печива;
3. Дослідити характеристику сировини і методологію експериментальних досліджень;
4. Розробити технологію і технологічні схеми виробництва безглютенового печива із використанням тваринних білків, що дозволить збалансувати реологічні властивості пористого печива;
5. Дослідити стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ.
6. Виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Висновки до розділу.

В огляді літературних джерел розглянуто асортимент і технологічні особливості приготування хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів, роль окремих компонентів рецептури у формуванні структури хліба та печива, а також процеси, що відбуваються при замішуванні тіста і випіканні.

Обґрунтовано актуальність розширення асортименту безглютенових продуктів, застосування альтернативних компонентів при виробництві борошняних кондитерських виробів для хворих на целиацію.

## 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ, МЕТОДІВ І ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧИВА

### 2.1. Характеристика об'єктів досліджень

В даний час значна увага приділяється впровадженню та розробці рецептур продуктів функціонального значення, в даному випадку безглютенові кондитерські вироби, для людей хворих на целиацію.

В якості повноцінної заміни глютенівмісних продуктів використовують як традиційні види зернових: (рис, гречку, кукурудзу, пшоно та ін.), так і нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.).

Асортимент безглютенової продукції не значний, особливо це стосується виробництва вітчизняних безглютенових продуктів, проте попит на даний вид продукції зростає з кожним роком і необхідність забезпечення даної категорії людей функціональними продуктами харчування існує постійно.

Для проведення дослідження було підібрано рецептурні компоненти, які відносяться до категорії безглютенових продуктів.

Об'єкт дослідження – технологія безглютенового печива на основі суміші рисового та кукурудзяного борошна з використанням білкових добавок, тваринного походження, та активованого зерна амаранту.

Матеріали дослідження: кефір ТМ «Простоквашино» відповідно до ДСТУ 4417:2005; рисове борошно ТМ «Органік Еко Продукт» відповідно до ТУ 9293-002-43175543-03; кукурудзяне борошно ТМ «Козуб Продукт» відповідно до ТУ У 15.6-13929625-001:2011; яйця курячі ТМ «Ясенвіт» відповідно до ТУ У 01.2-05477066-001:2008; зерно амаранту «Сто пудов» відповідно до ТУ У 82.9-31641954003:2013; цукор-пісок ТМ «Хуторок» відповідно до ДСТУ 2316-93 (ГОСТ 21-94); сіль харчова ТМ «Артемсіль» відповідно до ДСТУ 3583:2015.

Для проведення досліджень розроблена схема експерименту і представлена на рис.2.1.

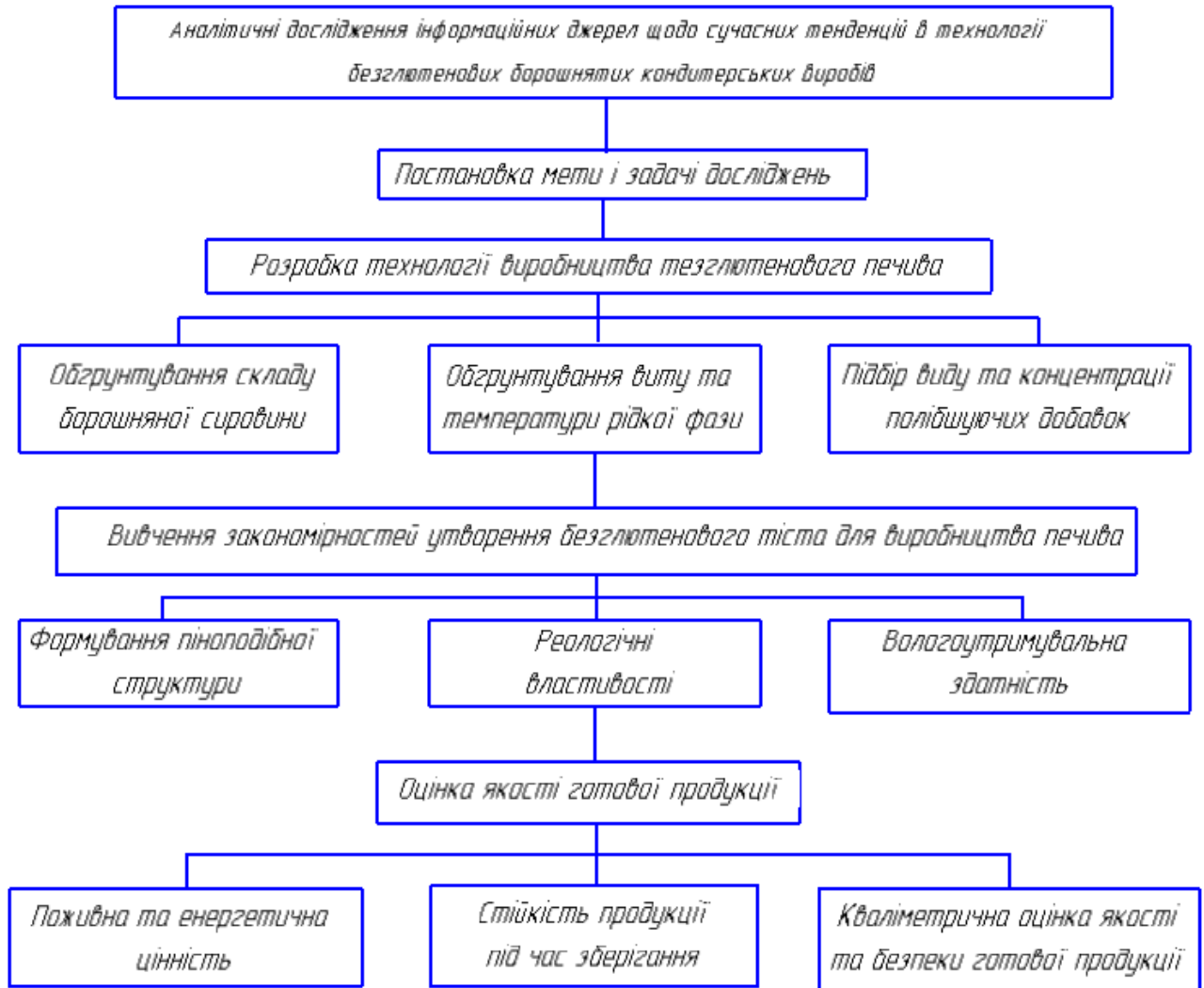


Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментального дослідження

## 2.2 Методи дослідження

Відбір і підготовку проб для дослідження проведено згідно єдиною методикою вивчення харчових продуктів відповідно до ДСТУ 4619:2006 [94].

Матеріали дослідження для приготування безглютенового печива відповідали нормативним документам ДСТУ і ТУ. Вимоги до якості компонентів тіста регламентовані відповідно ДСТУ-П 4585:2006 [95].

Для визначення якості сухих сумішей (борошно рисове, кукурудзяне, насіння амаранту) і готових виробів (тісто, печиво) були розроблені відповідні шкали органолептичної оцінки. При розробці рецептури для виробництва безглютенового

печива спиралися на методичні вказівки щодо визначення та побудови органолептичної шкали оцінки якості кондитерських виробів відповідно до ДСТУ 3781:2014 [96].

Визначення вологості борошна оцінювали відповідно до ДСТУ 2900:2006, ДСТУ 4965:2008, ТУ15.6-00952737-006-2002 [97, 98, 99], визначення вологості насіння амаранту проводили за методикою відповідно до ДСТУ 7213:2011[100].

Визначення намочуваності печива проводилося за методикою відповідно до ДСТУ 3781 98 [101].

Матеріали для проведення дослідження: шафа сушильна електрична; ніж, механічний подрібнювач; чашечки металеві з кришками з внутрішніми розмірами: діаметр – 45 мм; висота – 20 мм; сушильна шафа – ГОСТ 5904-82 ваги лабораторні загального призначення по ДСТУ 7270:2012 [102].

Вимірювання пористості готових виробів (безглютенового печива) вимірювали за допомогою приладу Журавльова (ГОСТ 5669-96).

Намокання безглютенового печива визначали відповідно до ДСТУ 3781–98.

Кислотність відповідно до ДСТУ 5024:2008.

Упік відповідно до ДСТУ 4910:2008.

Піноутворення визначали за методом Рауху.

Розрахунок кислотності продукту проводився за формулою:

$$X = \frac{K \cdot V \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot 10}, \quad (2.1)$$

де  $K$  – поправочний коефіцієнт розчину  $NaOH / KOH$  молярної концентрації  $c(NaOH / KOH) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>, який використовується для титрування відповідно до ГОСТ 25794.1;

$V$  – об'єм розчину  $NaOH / KOH$ , витраченого на титрування, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – об'єм дистильованої вод, взятий для розчинення наважки, см<sup>3</sup>;

100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г продукту;

$V_2$  – об'єм фільтрату, взятий для титрування, см<sup>3</sup>;

$m$  – маса наважки продукту, г;

10 – коефіцієнт перерахунку розчину  $NaOH / KOH$  молярної концентрації  $c(NaOH / KOH) = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup> у 1 моль/дм<sup>3</sup>.

Розрахунок піноутворюючої здатності проводився за формулою:

$$\Pi = \frac{V_{\Pi}}{V_P \cdot 100} \quad (2.2)$$

де  $\Pi$  – піноутворююча здатність, %

$V_{\Pi}$  – об'єм піни, м

$V_P$  – об'єм розчину до спінювання,

Органолептичну оцінку якості готової продукції визначали за розробленою 50-бальною шкалою. Контрольовані показники для органолептичної оцінки визначалися за нормативною документацією для борошняних кондитерських виробів.

Розрахунок оцінки органолептичних показників з урахуванням критерію важливості здійснюється за формулою:

$$N = \frac{\sum n_i \cdot k_i}{\sum k_i} \quad (2.3)$$

де  $N$  – оцінка з урахуванням критерію важливості;

$n_i$  – органолептична оцінка за показниками, бал

$k_i$  – одиничний критерій важливості.

Конкурентоспроможність виробів оцінювали відповідно до загальноприйнятої методикою.

2.3 Температурні параметри процесу випікання борошняних кондитерських виробів

Печиво – це борошняні кондитерські вироби зазвичай на основі пшеничного борошна з наявністю в рецептурі дріжджів, цукру та інших компонентів в результаті внесення їх до рецептури кондитерського виробу. Печиво, на зразок галетів, виготовляються з пшеничного борошна 1-го та 2-го класів, даний вид печива містить менше цукру та жиру, ніж крекери та пісочне печиво.

Наявні сорти печива в яких відсутній цукор, або його кількість в рецептурі є мінімальною та жиру. Таке печиво призначене для споживання замість хліба.

За формою галетне печиво буває квадратним, прямокутним, округлим та ін. форми. Колір допускається від світло жовтого до світло-коричневого. Продукти не повинні бути спалені. Загальний тон продукції при упаковці пакети спостерігаються однаково. Структура на зламі багат шарова, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісу тіста.

Температурні режими для випікання печива коливаються в межах 160-290 °С тривалість за 40...50 хв. Після процесу випікання печиво одразу рівномірно і безперервно розпорошується з усіх боків з розтопленим жиром, якщо наявність жиру вказана в рецептурі. Готові галети і крекери повинні реагувати технічні вимоги до органолептичних та фізико-хімічних показників. Готові вироби охолоджують до температури 40 °С і направляються на фасування та пакування.

Термін зберігання та умови зберігання даного виду продукції: просте печиво: герметично упаковане – 2 роки; зважене борошно 1-е, 2-е сортів пшениці-6 місяців. Покращене печиво: вагові – 3 місяці; герметично упаковане – 6 місяців.

За лабораторних умов процес випікання проводився в електронній духовій шафі ТМ «Vestfrost» за температури 165 °С, тривалість випікання становила в середньому 45 хв. За промислових умов випікання борошняних кондитерських виробів, а саме печива відбувається на стрічковій печі з сітчастим конвеєром, для рівномірного пропікання виробу з усіх сторін. Продуктивність роботи даного виду печей залежить від масштабів виробництва та виду продукції, яка виробляється.

Висновки до розділу.

Виробництво високоякісних кондитерських виробів неможливе без постійного технологічного контролю якості сировини, напівфабрикатів виробу та

готової продукції. Технологічний контроль також залежить від обліку та контролю витрат сировини і, відповідно, обсягом втрат і відходів виробництва. Продукція кондитерських виробів базується на складних фізичних і хімічних змінах сировини, напівфабрикатів, що відбуваються за певних оптимальних технологічних параметрів, в результаті відхилення від норми, погіршується якість продукції та фізико-хімічні показники не відповідають вимогам нормативної документації ДСТУ, ТУ та ГОСТ.

З цією метою використовуються вимірювальні прилади, для показників, які потребують контролю. Органолептичні та фізико-хімічні показники, для кожного виду кондитерського виробу, визначаються шляхом технічного моніторингу та систематичного аналізу. Технологічний контроль важливий як в контексті підприємств низької потужності, так і дослідницьких лабораторій.

### 3 ПРОГРАММА І МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПЕЧИВА З ВИКОРИСТАННЯМ СИРОВИНИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

#### 3.1 Обґрунтування рецептурного складу сировини

При проведенні експериментальних досліджень рецептур безглютенових борошняних кондитерських виробів підбиралися різні кількості рецептурних компонентів. Рецептūra борошняних кондитерських виробів імпортного виробництва, складається з таких компонентів, як (борошно пшеничне, рисове, гречане, горохове, кукурудзяне, соргове, суха сироватка; сухе масло рослинне, крохмаль модифікований; емульгатор (E471 (моно- і дигліцериди жирних кислот), E475 (поліглістирол і жирних кислот ефіри); стабілізатор E472 (гліцерину і молочної та жирних кислот ефіри), що є важкодоступними на вітчизняному сировинному ринку, а також деякі з цих компонентів, не придатні до вживання для людей хворих на целіакію.

Тому при розробці рецептури проведена заміна компонентів на вітчизняну сировину, яка є більш доступною, а також, що найголовніше, корисною та безглютеновою. В якості безглютенової сировини обрано рисове та кукурудзяне борошно (як вуглеводну основу), кефір та зерно амаранту (як білкову основу). Для визначення кількості внесеного компонента – кефіру та біологічно активованого зерна амаранту, орієнтувалися в результаті проведення експериментальних варіацій рецептури.

Рисове борошно. Традиційне пшеничне або житнє борошно може бути замінено в раціоні більш корисними аналогами з інших зернових культур. Одним з таких продуктів є рисове борошно користь і якого зараз активно вивчаються в теорії і практиці здорового харчування. Воно відрізняється великою різноманітністю вітамінів і мінералів, відсутністю клейковини (глютену) і високим вмістом крохмалю і білка [73].

Сьогодні поширено два основних види рисового борошна: білосніжне, яке отримують з шліфованого злаку, і коричневе – його виробляють, перемелюючи

бурий рис. Один від одного вони відрізняються лише кольором та хімічним складом – в бурому рисі вищий вміст мінералів і вітамінів.

Ключовою відмінністю обох видів від пшеничного або житнього борошна – відсутність клейковини (глютену).

Рисове борошно включає в себе різноманітні вітаміни і мінерали. Якщо взяти узагальнені дані для всіх сортів рису, то борошно з цієї крупи має калорійність – 366 кКал / 100 грам. На такий об'єм припадає близько 80% вуглеводів, 6% білків і 1,4% жирів.

Кукурудзяне борошно. Кукурудзяне борошно добре і швидко насичує організм, тому є добрим доповненням до дієтичного харчування. Даний вид борошна є багатофункціональним, та підійде людям, які слідкують за власною вагою, або мають хронічні захворювання такі як діабет, або целиакія

В даній зерновій культурі також відсутній глютен, тому при безглютеновій дієті його вживання не заборонено. Кукурудзяне борошно являється джерелом таких речовин як харчові волокна, селен, залізо, фолієва кислота, токоферол, ненасичені жирні кислоти та ін. Перспективним є використання цього виду борошна в сумішах з пшеничним, або заміна йому, в технології хлібобулочних виробів з метою надання їм функціональних властивостей [75].

Амарант. Нішева культура, основною перевагою якої, є великий вміст білка. У 100 грамах міститься: білка – 14 г., вуглеводів – 65 г., клітковини – 7 г. Насіння амаранту багате мінералами (кальцій, залізо. Магній, фосфор та ін.). Крім того, в ньому присутній ряд корисних і необхідних людині вітамінів групи В: фолієва кислота, рибофлавін, тіамін, пантотенова кислота, вітамін В6. Вітаміни А, С, Е, К – все це також є в амаранті. Також в амаранті багато такої амінокислоти, як лізин, та ненасичених жирних кислот: олеїнову, лінолеву та ліноленову [81].

Кефір – це кисломолочний напій подвійного бродіння (молоко і спирт), ферментований за допомогою так званих «кефірних грибів» (кисле молоко є симбіозом багатьох мікроорганізмів, молочнокислого стрептокока і паличків, оцту-кислотних бактерій і дріжджів); кефір благотворно впливає на мікрофлору кишечника, перешкоджає розвитку кишкових інфекцій і швидко справляється з дисбактеріозом та ін.

### 3.2 Варіації замісу дослідних зразків тіста

Для розробки рецептури безглютенового печива необхідно оцінити і виявити якісний і кількісний склад рецептурних компонентів.

Проаналізовано класичні рецептури борошняних кондитерських виробів, які наявні в нормативній документації, за складом їх рецептурних компонентів, як вітчизняних, так і закордонних виробників.

Для реалізації технологічних підходів та розробки регламентів розробки рецептури тіста у виробництві безглютенових кондитерських виробів розглянуто основні відмінності функціональної ролі рецептурних інгредієнтів в результаті використання та застосування різних способів розпушення тіста (бродіння, збивання або комбінований) та рецептурного складу тіста (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Функціональне значення рецептурних компонентів різного рецептурного складу тіста

Функціональне значення компоненту в тісті	Контрольний зразок	Безглютенове печиво				
		Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
Глютен (структуроутворювач)	борошно пшеничне	борошно (рисове, кукурудзяне) (по 50 г)				
Рідка фаза тіста	вода	кефір (185 мл)	кефір (192 мл)	кефір (199 мл)	кефір (206 мл)	кефір (213 мл)
Розпушувач	дріжджі	меланж (40 г), натрій вуглекислий (1,8 г)				
Смаковий компонент	сіль	цукор-пісок (4 г), сіль (1,5 г)				
Поліпшувач	-	ДЗМ амаранту (0%)	ДЗМ амаранту (10%)	ДЗМ амаранту (20%)	ДЗМ амаранту (30%)	ДЗМ амаранту (40%)

Розроблено 5 варіацій замісу тіста з безглютенової борошняної сировини з додаванням біологічно активованого зерна амаранту та додаткових компонентів (рис. 3.1-3.3).

Зразок 1. В якості рідкої фази тіста і джерела тваринного білку до рецептури додано кефір, в якому наявні всі корисні властивості кисломолочних продуктів. Основною перевагою кефіру є наявність в його складі добре засвоюваного високоякісного тваринного білку, який збагачує тісто молочною кислотою (так як відсутня стадія бродіння за традиційною рецептурою). Також на заміну дріжджів запропоновано введення до рецепторного складу меланж та натрій вуглекислий в якості розпушувача. Це покращує смакоароматичні властивості готового виробу та забезпечує ефективну взаємодію з двовуглекислим натрієм, що в забезпечує покращення пористості готового виробу. В якості борошняної сировини застосовано безглютенові види борошна (рисове та кукурудзяне).

Зразок 2. Як і до рецептури першого зразка було додано кефір (джерело тваринного білку), але кількісний склад його збільшився на 7 мл., для покращення структури тіста. Зменшення в'язкості рідкої фази за такої заміни компенсовано включенням в рецептуру біологічно активованого зерна амаранту в кількості 10 % до всією маси виробу. В якості розпушувача використано меланж та натрій вуглекислий.

Зразок 3. В даному зразку кількісний склад кефіру збільшено вдвічі, порівняно зі зразком 1, для покращення структури та консистенції тіста. Зменшення в'язкості рідкої фази за такої заміни компенсовано включенням в рецептуру біологічно активованого зерна амаранту в кількості 20 % до всією маси виробу. В якості розпушувача використано меланж та натрій вуглекислий.

Зразок 4. Кількісний склад кефіру збільшено на 21 мл., для експериментальної перевірки покращення структури та консистенції тіста. Рекомендовано збільшення відсоткового відношення використання біологічно активованого зерна амаранту. Так як добавка володіє стабілізуючими властивостями. В якості розпушувача використано меланж та натрій вуглекислий.

Зразок 5. Як і до попередніх зразків було додано кефір (джерело тваринного білку), але в найбільшій кількості 213 мл., що на 28 мл. більше ніж на початковому етапі – зразок 1. Зменшення в'язкості рідкої фази за такої заміни компенсовано включенням в рецептуру біологічно активованого зерна амаранту в кількості 40 %

до всієї маси виробу. В якості розпушувача застосовано меланж та натрій вуглекислий.

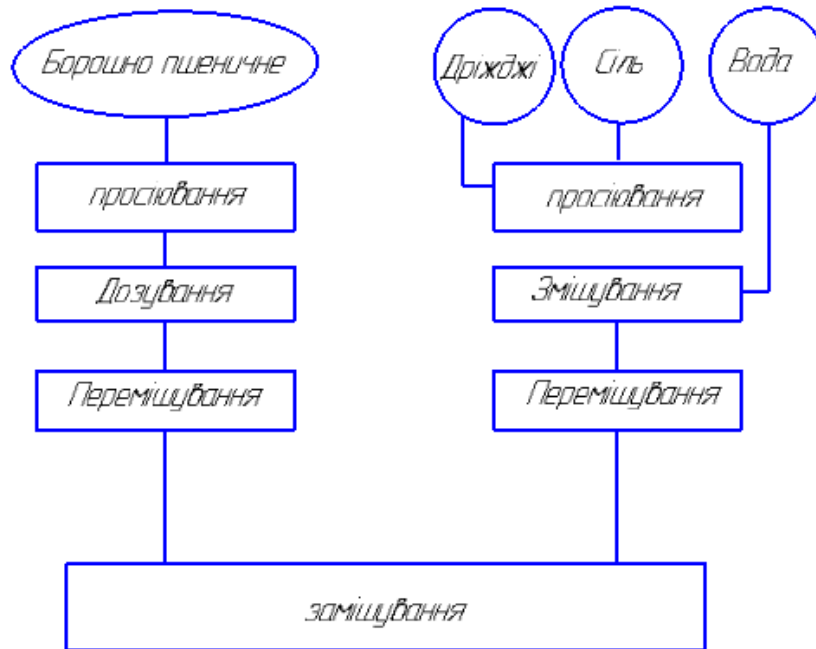


Рисунок 3.1 – Структурна схема замішування традиційної рецептури тіста (контрольний зразок).

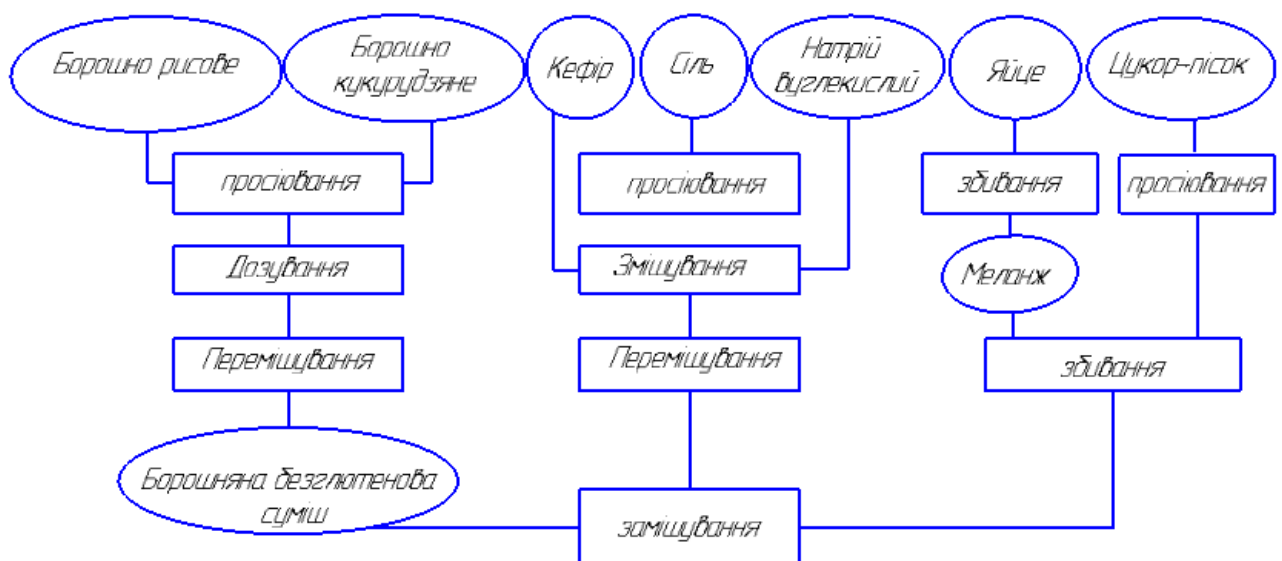


Рисунок 3.2 – Структурна схема замішування тіста на основі безглютенової сировини без додавання біологічно активованого зерна амаранту.

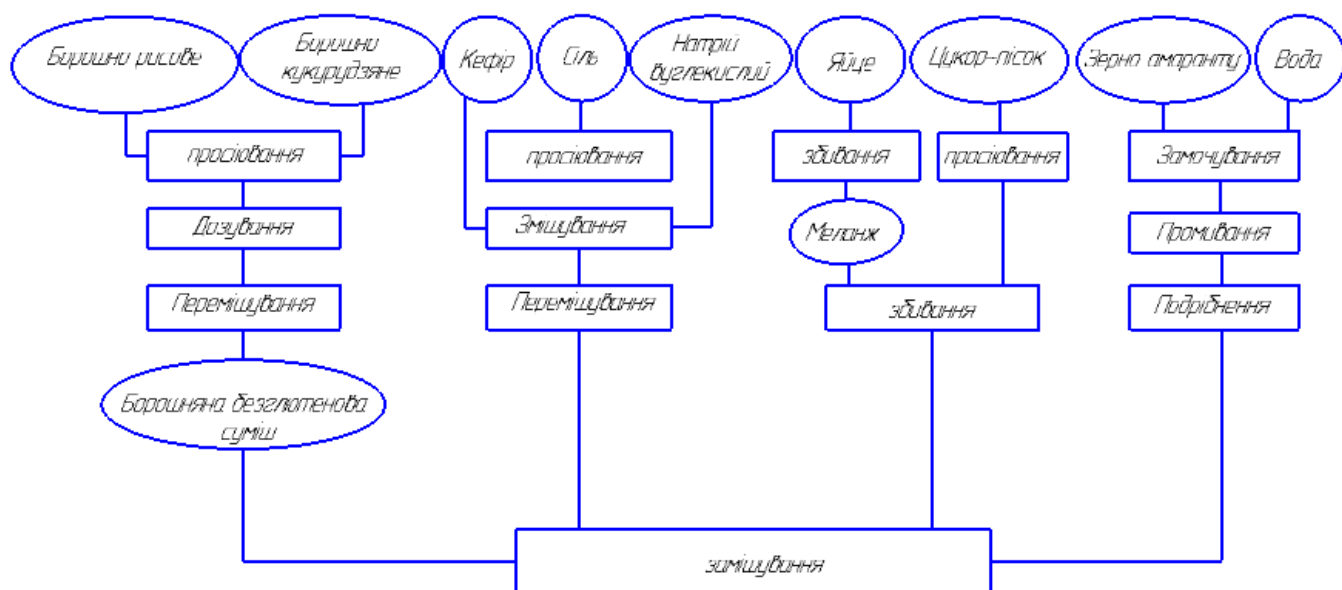


Рисунок 3.3 – Структурна схема замішування тіста на основі безглютенової сировини з додавання біологічно активованого зерна амаранту.

### 3.3 Опис технологічної схеми та апаратурне оформлення технології виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту

В даній роботі, одним із основних задач та аспектів було розробка рецептур і технології безглютенового печива, які не поступаються традиційним продуктам з використанням продуктів переробки зерна пшениці і стане хорошою альтернативою для людей з целиакією. Найбільш перспективною сировиною для створення такої продукції є інгредієнти на рослинній основі, включаючи поліфункціональні харчові добавки, отримані з другої багатой сировини, наприклад нішевих культур, і містять широкий спектр поживних речовин.

Об'єктами дослідження обрано безглютенові види борошна – рисове, кукурудзяне. В якості рідкої фази тіста використовували кефір із вмістом жиру 1,0 %, в якості розпушувачів – меланж та натрій вуглекислий. Вологість тіста у всіх зразках дорівнювала 61-62 %. Борошно та інші сипкі рецептурні компоненти пройшли інспекцію та підготовчі операції (просіювання). Замість тіста передбачав збивання яєць (отримання меланжу) в подальшому збивання його з цукром (5-6 хв.). Окремо збивали кефір, сіль та двовуглекислий натрій. Отриману гомогенну

масу перемішували зі збитою масою меланжу та цукру. Зерно амаранту залили водою кімнатної температури (18-20 °С) в пропорції 1:1 та залишили замочуватись протягом 36 годин (не більше, так як основна мета не довести зерно амаранту до проростання), після чого зерно амаранту промивали водою кімнатної температури, підготоване зерно подрібнюють. Отриману суміш змішали з борошняною сумішшю та активованим зерном амаранту, після чого розливали тісто у форми для випікання. Випікали за температури 160 °С протягом 40...50 хв. Готове печиво охолоджували протягом 20-30 хв, після чого можна переходити до завершальних етапів, а саме: пакування, фасування та транспортування.

Для початку проведення процесу експериментальних досліджень було розроблено технологічну схему виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів, в даному випадку безглютенове печиво з біологічно активним зерном амаранту (рис. 3.4, 3.5).

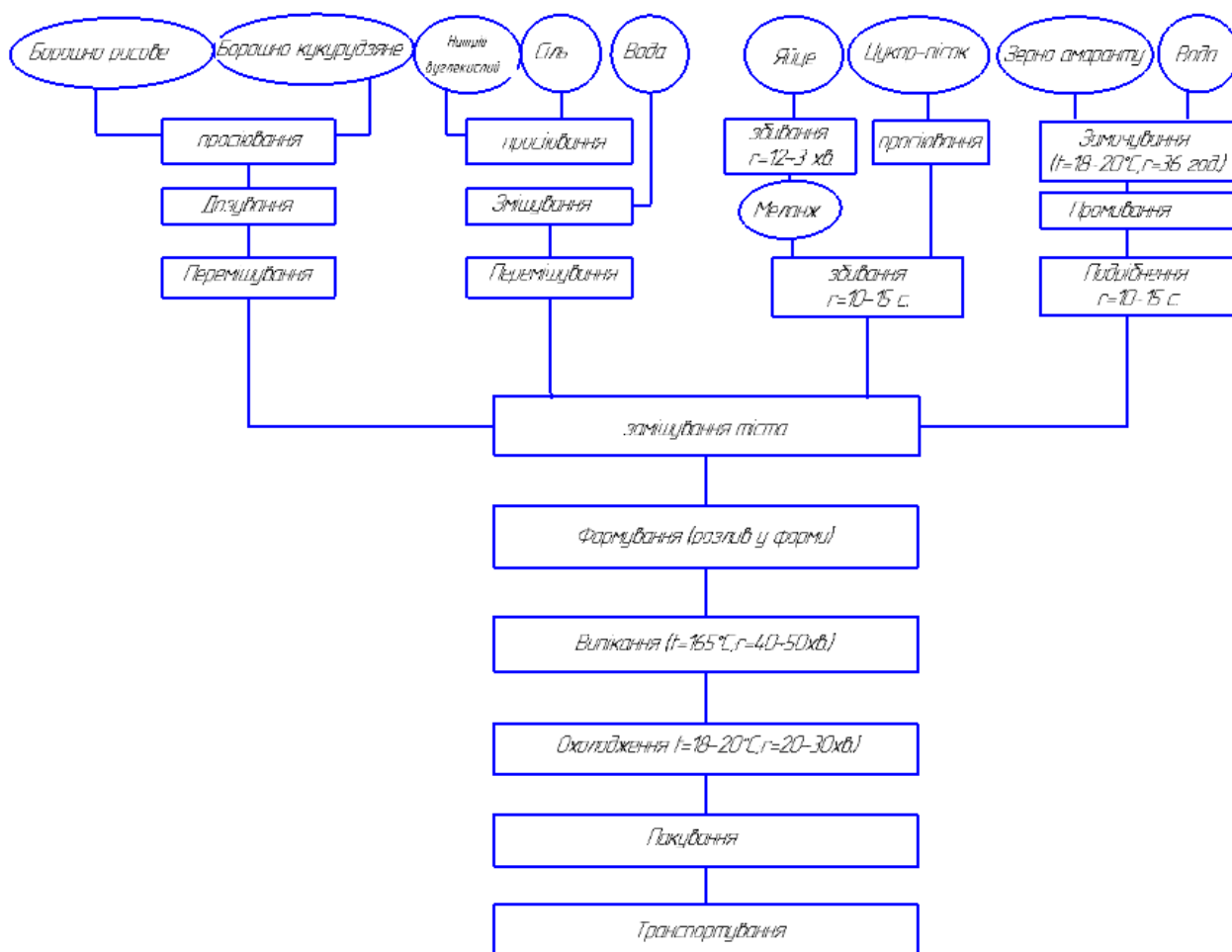


Рисунок 3.4 – Технологічна схема виробництва безглютенового печива з

## біологічно активним зерном амаранту

На відміну від традиційного способу виробництва борошняних кондитерських виробів розроблена технологія, яка відрізняється тим, що передбачено етап підготовки структуроутворюючих добавок (приготування розчину натрію вуглекислого та підготовки порошку білкової добавки (кефіру)), а також виключення етапу підготовки дріжджів, бродіння (опари, тіста) та розстоювання, що дозволяє скоротити тривалість тістотведення, покращити структурно-механічні властивості безглютенового тіста та якість готових виробів. Для спрощення технологічної схеми, процеси розвантаження, просіювання та дозування не зображено.

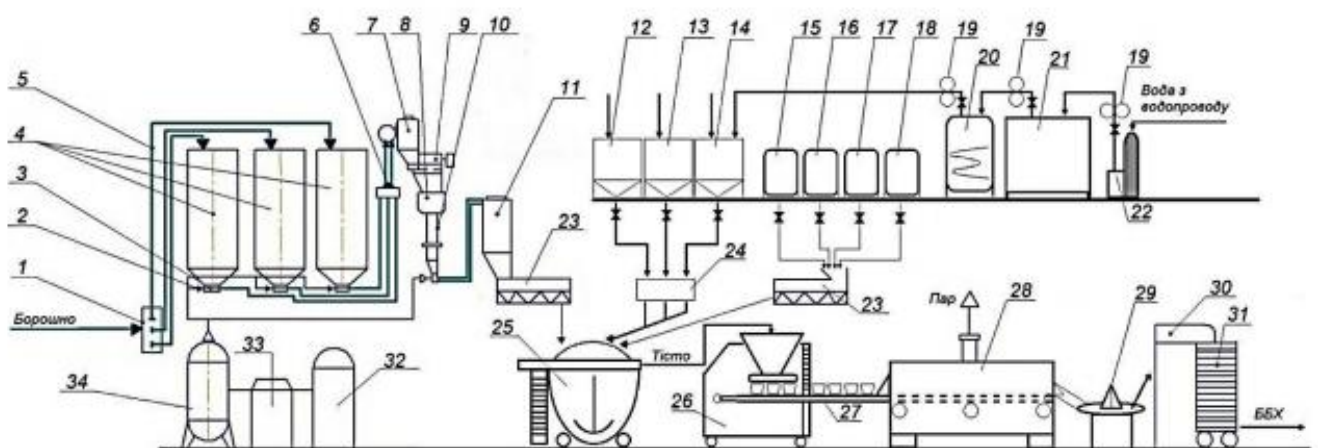


Рисунок 3.5 – Апаратурно-технологічна схема виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту:

- 1 – приймальний щиток; 2 – ультразвукові сопла; 3 – роторний живильник; 4 – борошняні силоси; 5 – транспортні труби; 6 – перемикач напрямку;  
 7 – виробничий бункер; 8 – просіювач борошна; 9 – проміжний бункер;  
 10 – автоматичні ваги; 11 – виробничий силос; 12, 13, 14 – ємкості для кефіру, меланжу, розчину натрій вуглекислого відповідно; 15, 16, 17, 18 – ємкості для цукру-піску, солі, смако-ароматичних добавок відповідно; 19 – насос;  
 20, 21 – ємкості для підготовки, підігріву та тимчасового зберігання води,  
 22 – хімводоочисна установка; 23 – шнековий вібродозатор; 24 – дозатор рідких компонентів; 25 – збивальна машина; 26 – депозитор; 27 – транспортер;

28 – піч; 29 – циркуляційний стіл; 30 – укладач; 31 – контейнер для зберігання; 32 – повітряний фільтр; 33 – компресор; 34 – ресивер.

Під час виробничого процесу рисове та кукурудзяне борошно із борошняних силосів 4 по транспортним трубам 5 надходить до виробничого бункеру 7. Витрати борошна регулюють за допомогою роторних живильників 3. Потім борошно очищують від сторонніх домішок на просіювачі 8 з магнітним уловлювачем та через автоматичні ваги 10 завантажують у виробничий силос 11. Яйце продукти знаходяться в ємності 13. Натрій вуглекислий розводять теплою водою в ємності 14. Цукор, кефір, сіль та смако-ароматичні добавки зберігають у ємкостях 15, 16, 17 та 18 відповідно. Для підготовки, зерна амаранту для активування зернову маси заливають водою температурою 18-20 °С для даного етапу призначено ємкості 20,21. Спочатку готується яечно-цукрова суміш з добавками-поліпшувачами. Для цього яйцепродукти (меланж) із ємкості 13 та розчин натрію вуглекислого із ємкості 14 через станцію дозування рідких компонентів 24 подається до збивальної машини 25, де з шнекового вібродозатора 23 надходить цукор-пісок та кефір. В результаті збивання цукрово-ячна суміш насичується повітрям. Для замісу тіста борошно із виробничого силосу 11 та додаткова сировина (сіль, смако-ароматичні добавки) із ємкостей 17,18 через шнековий вібродозатор 23 потрапляє до збивальної машини 25. Зі збивальної машини 25 безглютенове тісто направляється в депозитор 26, що складається з бункеру для тіста та дозаторних головок, за допомогою яких отримують порції тіста однакової маси. Порції тіста у формах для випікання спрямовують транспортером 27 до печі 28 для випікання. Випікають вироби протягом (30...35) ×60 с за температури 165...185 °С. Випечені вироби по жолобу спускного пристрою готової продукції потрапляють на циркуляційний стіл 29, укладальник за допомогою укладача 30 завантажує їх до контейнера 31 для охолодження та зберігання. В разі застосування кефіру, для його зберігання застосовують ємкість 12.

#### 3.4 Результати експериментальних досліджень

Рецептурний склад, якість, кількість і температура рідкої фази тіста відіграють важливу роль у формуванні якості безглютенових борошняних кондитерських виробів. Найбільш розповсюдженим рідким рецептурним компонентом в рецептурі тіста є вода. При виробництві печива з підвищеною харчовою цінністю або для дитячого харчування додають молоко, сироватку, кефір, фруктові та овочеві соки та ін.

На основі обраних способів розпушення та покращення якості тіста, склад і стан рідкої фази дозволяє вирішити такі технологічні завдання, як. рідка фаза – це зв'язуючий компонент для створення гомогенної консистенції тіста, властивості рідкої фази активно впливають на процес піноутворення. Крім того, рідка фаза важливий рецептурний компонент кондитерських виробів, який відповідає за смакові властивості готового продукту. Виходячи з цього в якості рідкої фази обрано – кефір. Для підвищення поживної цінності безглютенового печива, було вирішено включити до рецептури біологічно активоване зерно амаранту, так як даний броду багатий на білки. За основу взято традиційну рецептуру виробництва галетного печива, в ході дослідження провели заміну глютенівмісної сировини (пшеничне борошно), на безглютенову (борошно рисове, кукурудзяне, та зерно амаранту).

Обґрунтуванням якості безглютенових кондитерських виробів з'явилася їх комплексна оцінка, яка включала органолептичні, фізико-хімічні показники якості.

Аналізували вплив борошняної сировини на формування органолептичних і фізико-хімічних властивостей продукції. Результати представлені в табл. 3.2-3.4.

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники якості безглютенового печива

Показники	Характеристика безглютенового печива різних експериментальних зразків зі співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші, %				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (20/80)
Зовнішній вигляд	зовнішній вигляд відповідає вимогам, виріб тримає форму				

## Продовження таблиці 3.2

Колір	блідо-жовтий	жовтий	темно-жовтий
Запах	властивий даному виду виробів, без сторонніх запахів, приємний аромат		
Смак	смак нейтральний, присмак приємний	властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна	
Структура	на зламі однорідна, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісу тіста		

Проведено розрахунок органолептичної якості отриманих зразків, за такими параметрами, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак та структура (табл. 3.3) та побудовано профілі та гістограму загальної органолептичної оцінки якості готового виробу (рис. 3.6, 3.7).

Таблиця 3.3 – Балова органолептична оцінка якості безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного

Показник	Експериментальні зразки безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (20/80)
Зовнішній вигляд	4	4,3	3,7	4,3	4,3
Колір	4,2	4,9	4,3	4,7	4,9
Запах	3,8	4,6	4,1	4,6	4,6
Смак	3,9	4,6	3,7	4,2	4,6
Структура	3,9	4,5	4,2	4,5	4,5
Загальна органолептична оцінка	19,8	23,9	20	22,3	20,5

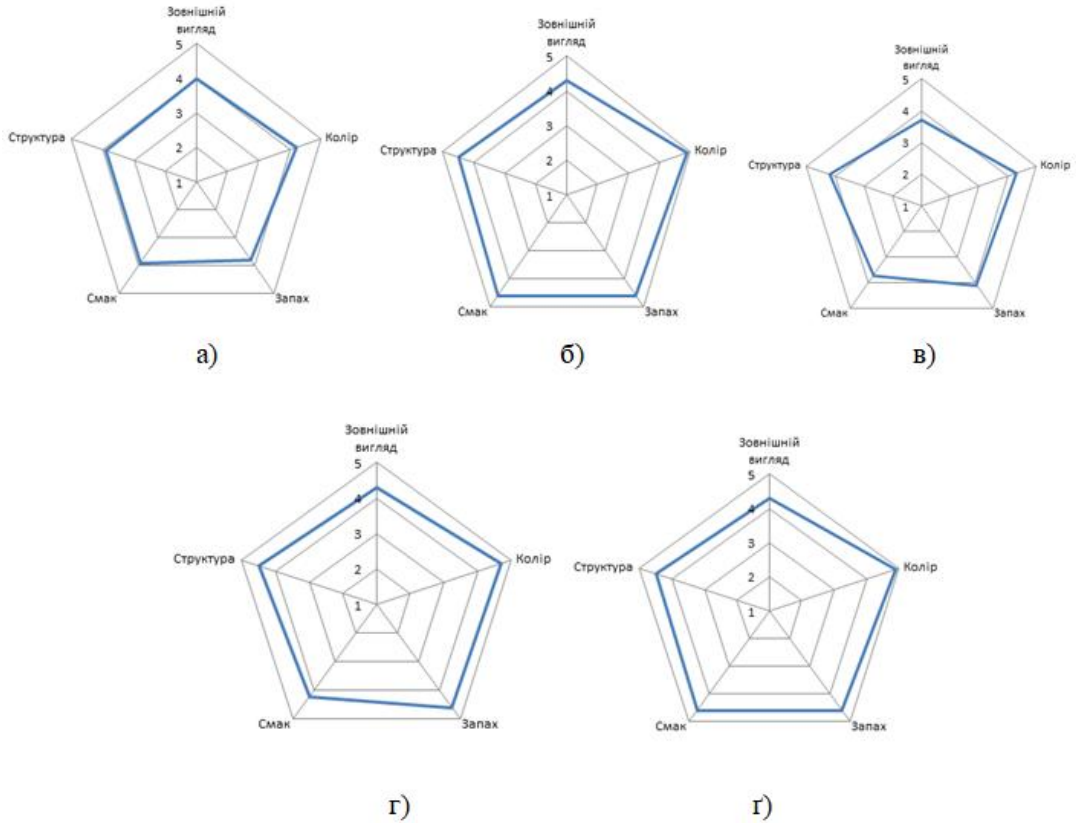


Рисунок 3.6 – Профілі органолептичної оцінки якості безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного: а) – Зразок 1 (70/30 %), б) – Зразок 2 (50/50 %), в) – Зразок 3 (40/60 %), г) – Зразок 4 (30/70 %), е) – Зразок 5 (20/80 %).

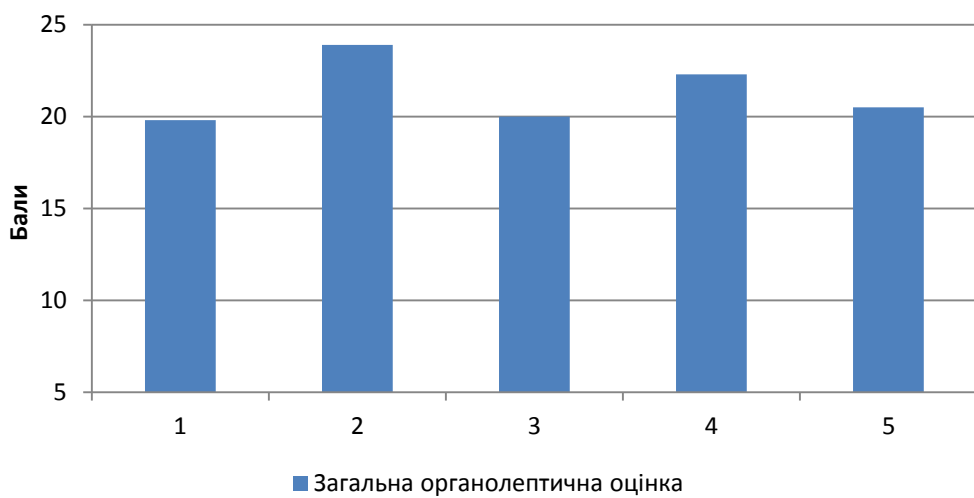


Рисунок 3.7 – Загальна органолептична оцінка безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного

В результаті першої повторності проведення експерименту, виявлено, що найбільш оптимальним співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного є 50/50, тому було вирішено провести дослідження якості готового продукту в результаті зміни кількісного складу рідкої фази (кефіру) та біологічно активованого зерна амаранту. Дане співвідношення борошняної суміші спостерігається в рецептурі зразка № 2. Також даний зразок отримав найвищий бал органолептичної оцінки (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Вигляд готового продукту безглютенового печива з відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного 50/50 % – зразок № 2.

Поживну та енергетична цінність безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Поживна та енергетична цінність безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного, на 100 г.

Дослідні зразки	Поживні речовини			Енергетична цінність, ккал/100 г.
	Білки	Жири	Вуглеводи	
1	6	5,8	60	320

Продовження таблиці 3.4

2	6,3	6	61,1	331
3	6,3	6,1	60,9	339,68
4	6,8	6,3	62,1	342,73
5	7,1	6,7	62,3	346,6

В результаті проведення розрахунку поживної та енергетичної цінності безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного, можна зробити висновок, що в цілому, незважаючи на відмінності якісного і кількісного складів, незначно відрізняються за енергетичною цінністю.

Таблиця 3.5 – Фізико-хімічні показники безглютенового печива

Показники	Співвідношення рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші, %				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (50/50)
Вологість виробу, %	21,6	18,1	17,6	25,6	16,2
Намочуваність, %	160,92	132,27	193,25	209,71	155,42
Товщина перерізу, мм	2	2	2,4	2	2,3
Упік, %	0,45	0,36	0,48	0,42	0,55

Для прогнозування показника намокання готових виробів, використовуючи показник вологості розроблені графік залежності, за допомогою програми обробки експериментальних і модельних даних.

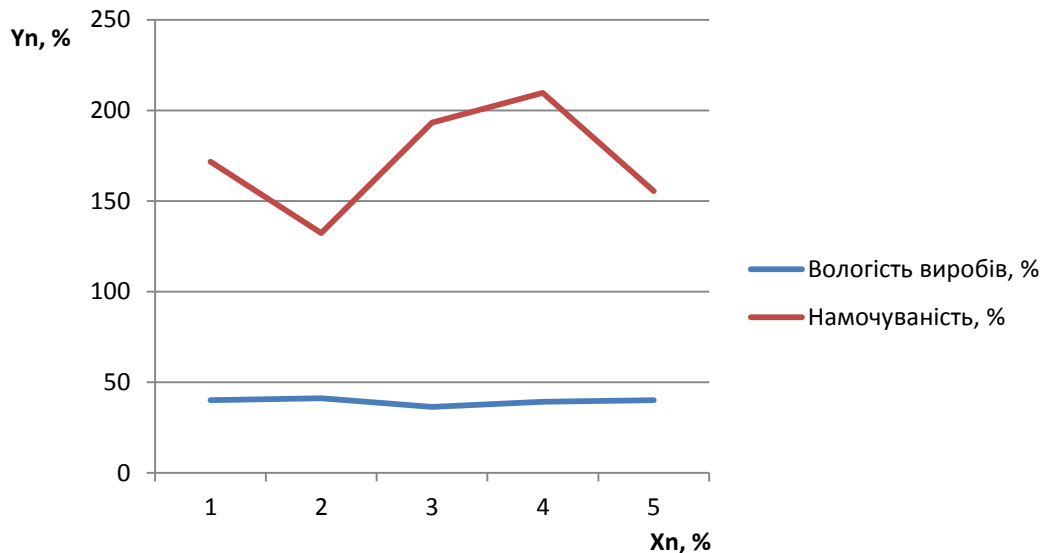


Рисунок 3.9 – Графік залежності намокання безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного від його вологості

$X_n$  – вологість, %;  $Y_n$  – намокання безглютенового печива, %.

Графік залежності намокання і вологості безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна, показує, найбільший відсоток намокання спостерігається у зразках №3 та №4, що розжовування буде легким, засвоєння в шлунково-кишковому тракті людини проходить швидше завдяки ступеню намокання.

Встановлено, що використання різної кількості кефіру та різного співвідношення рисового борошна до кукурудзяного не суттєво впливає на певні органолептичні показники якості борошняних кондитерських виробів, зокрема колір і смак. Зміну кольору готового виробу (печива) є не суттєвим недоліком, так як даний показник є суб'єктивним, але смакові та ароматичні показники на доброму рівні, що дозволяє продовжувати експериментальне дослідження безглютенового печива.

Органолептичні та фізико-хімічні показники безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту наведено в табл. 3.6-3.8.

Таблиця 3.6 – Органолептичні показники безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту

Показники	Характеристика безглютенового печива різних експериментальних зразків зі співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна 50/50, %				
	Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %)	Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %)	Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %)	Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %)	Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %)
Зовнішній вигляд	зовнішній вигляд відповідає вимогам, виріб тримає форму				
Колір	блідо-жовтий		блідо-коричневий		темно-коричневий
Запах	властивий даному виду виробів, без сторонніх запахів, приємний аромат				
Смак	смак нейтральний, присмак приємний	властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна		смак властивий даному виробу, але наявний гіркий присмак	властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна
Структура	на зламі однорідна, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісу тіста				

Встановлено, що використання різної кількості кефіру та біологічно активованого зерна амаранту суттєво впливає на певні органолептичні показники якості борошняних кондитерських виробів, зокрема колір і смак. Зміну кольору готового виробу (печива) (окрім зразка 5) є не суттєвим недоліком, так як даний показник є суб'єктивним, але смакові відмінності можна вважати негативним проявом специфічних властивостей зерна амаранту (зразок 5 – відсоткове відношення амаранту найбільше (40 %), інші зразки отримали хороші результати, що дозволяє розширювати асортимент готової продукції.

Проведено розрахунок органолептичної якості отриманих зразків, за такими параметрами, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак та структура (табл. 3.6) та



д) – Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %), е) – Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %), є) – Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %), ж) – Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %), з) – Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %).

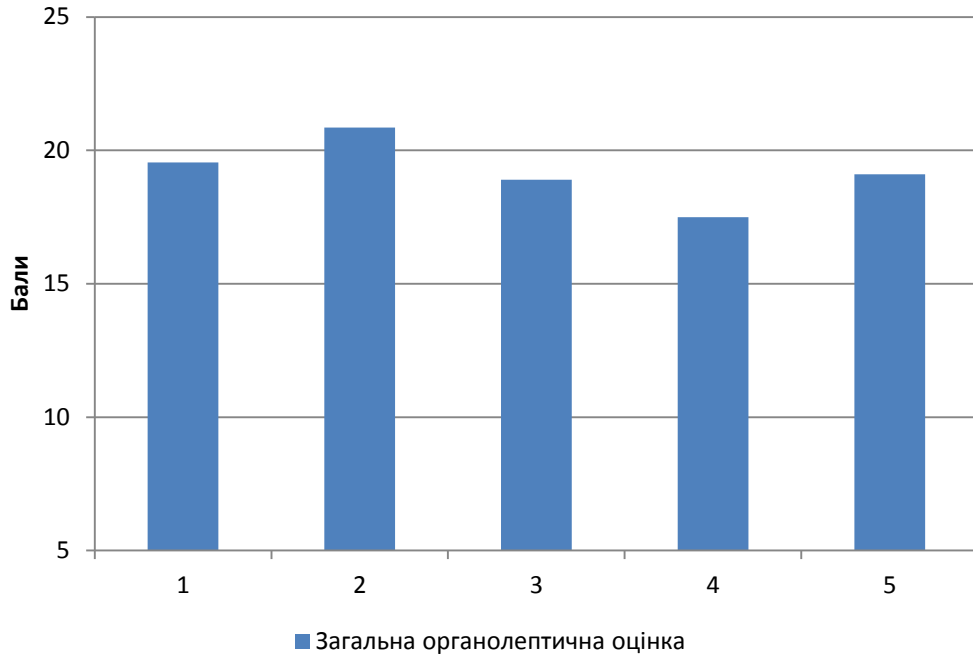


Рисунок 3.11 – Загальна органолептична оцінка безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту

Аналізуючи отримані результати загальної органолептичної оцінки, видно що найвищий бал отримав зразок № 2, де відсотковий вміст біологічно активованого зерна амаранту становить 10 %.

Безглютенове печиво з біологічно активованим зерном амаранту, зважаючи на велику кількість компонентів, що входять в рецептуру, відрізняються за хімічним складом і мають різну енергетичну цінність (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Поживна та енергетична цінність безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, на 100 г.

Дослідні зразки	Поживні речовини			Енергетична цінність, ккал/100 г.
	Білки	Жири	Вуглеводи	
1	8	6	58	325

Продовження таблиці 3.8

2	8,2	6,1	58,2	334,53
3	8,5	6,1	60	338,46
4	8,9	6,3	60	344,1
5	9,7	6,5	61,1	346,2

Вимоги санітарних правил і норм визначають наявність даних про поживну та енергетичну цінність продукції були проведені відповідні дослідження.

В результаті проведення розрахунку поживної та енергетичної цінності безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, можна зробити висновок, що зі збільшенням відсоткового вмісту активованого зерна амаранту, зростає білків, в готовому продукті, що являється позитивним фактором, також при цьому енергетична цінність змінюється, що позитивно впливає на збільшення швидкості насичення організму споживача.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники безглютенового печива

Показники	Співвідношення рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші 50/50, %				
	Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %)	Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %)	Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %)	Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %)	Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %)
Вологість виробу, %	36,9	37,1	37,5	37,85	39,3
Намочуваність, %	171,66	149,43	205,15	169,54	178,21
Товщина перерізу, мм	5	5,2	5,5	4,7	5,7
Упік, %	0,48	0,46	0,42	0,47	0,46
Кислотність, %	0,8	1,0	1,2	1,2	1,4

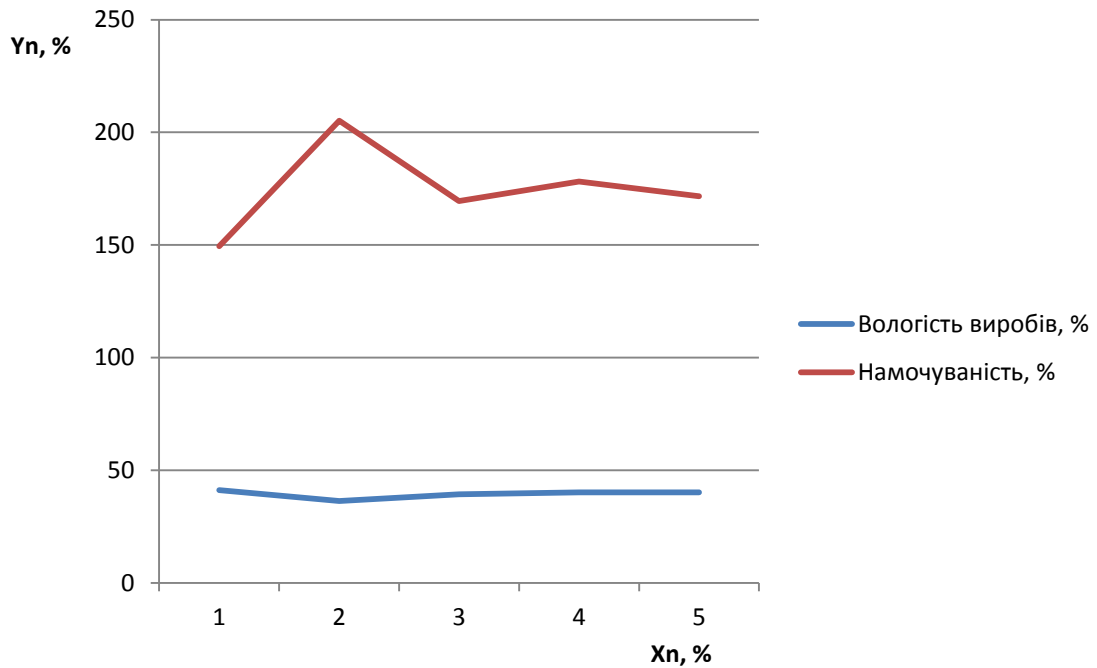


Рисунок 3.12 – Графік залежності намокання безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту від його вологості

$X_n$  – вологість, %;  $Y_n$  – намокання безглютенового печива, %.

Графік залежності намокання і вологості безглютенового печива з біологічно активним зерном амаранту з різним відсотком зерна амаранту, показує, найбільший відсоток намокання спостерігається у зразках №2, де кількість біологічно активованого зерна амаранту, а саме 10 %, що розжовування та споживання буде легким, засвоєння проходить швидше завдяки підвищеному ступеню намокання, отже, даний вид можна віднести кондитерських виробів до продуктів функціонального призначення.

Значення показника вологості готових кондитерських виробів, а саме безглютенового печива, коливається в залежності від відсоткового співвідношення кількості кефіру та біологічно активованого зерна амаранту (рис. 3.13). Найвищий показник вологості спостерігається у зразка № 2, з відсотковим вмістом амаранту – 10 %, при наявності у рецептурі кефіру в кількості – 192 мл.

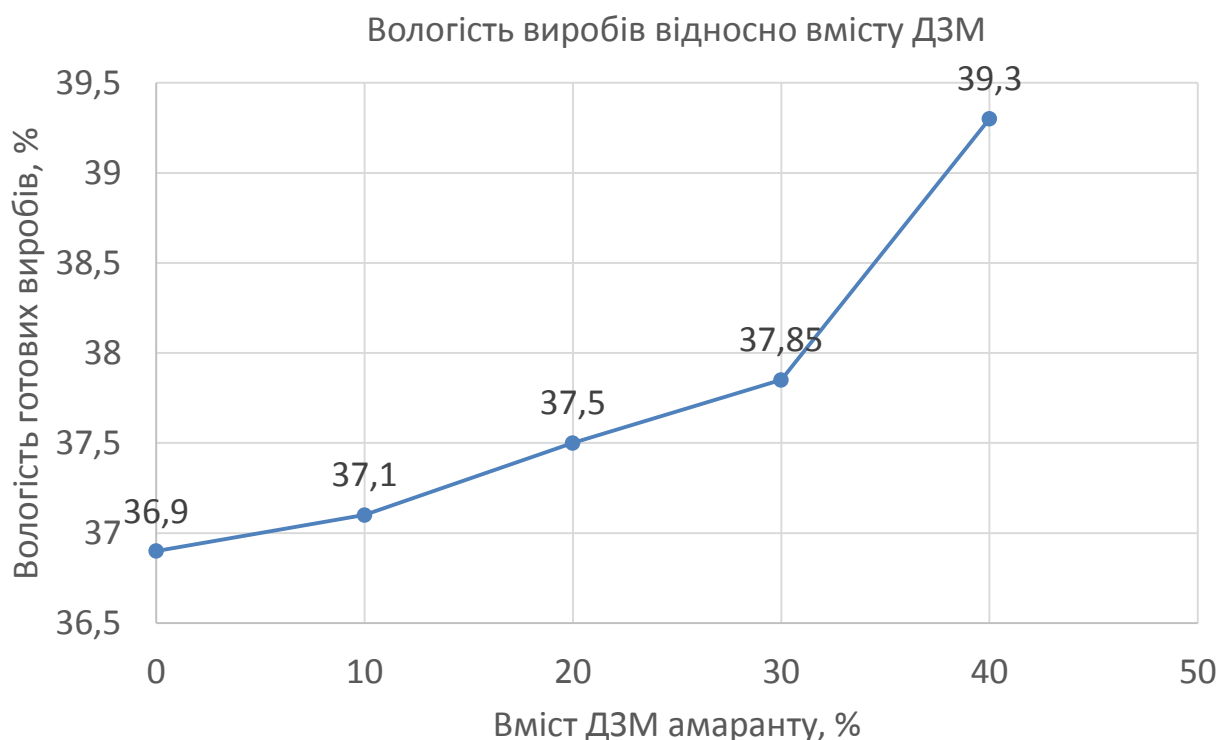


Рисунок 3.13 – Графік вологості безглютенового печива відносно вмісту біологічно активованого зерна амаранту

Виходячи з результатів графіку видно, що зі збільшенням відсоткового вмісту біологічно активованого зерна амаранту, так як саме зерно, має свій відсоток вологості, так як зерно пройшло підготовчий етап, а саме замочення зернової маси у воді кімнатної температури (18-20 °С).

Кислотність є важливим параметром в харчовій промисловості. Зростання мікроорганізмів, таких як бактерії і гриби, також залежить від кислотності. Як правило, чим вище кислотність продукту, тим менша ймовірність того, що він буде зіпсований мікроорганізмами.

Показник кислотності продуктів вимірюється рН-метром або лабораторним методом – титрування. Титрування – класичний кількісний метод хімічного аналізу, який точно визначає вміст кислоти, яка міститься в харчовому продукті. Відносно рівня кислотності можна судити про свіжість продукту і умови його зберігання. Кислотність визначалась відповідно до ДСТУ 5024:2008 [103].

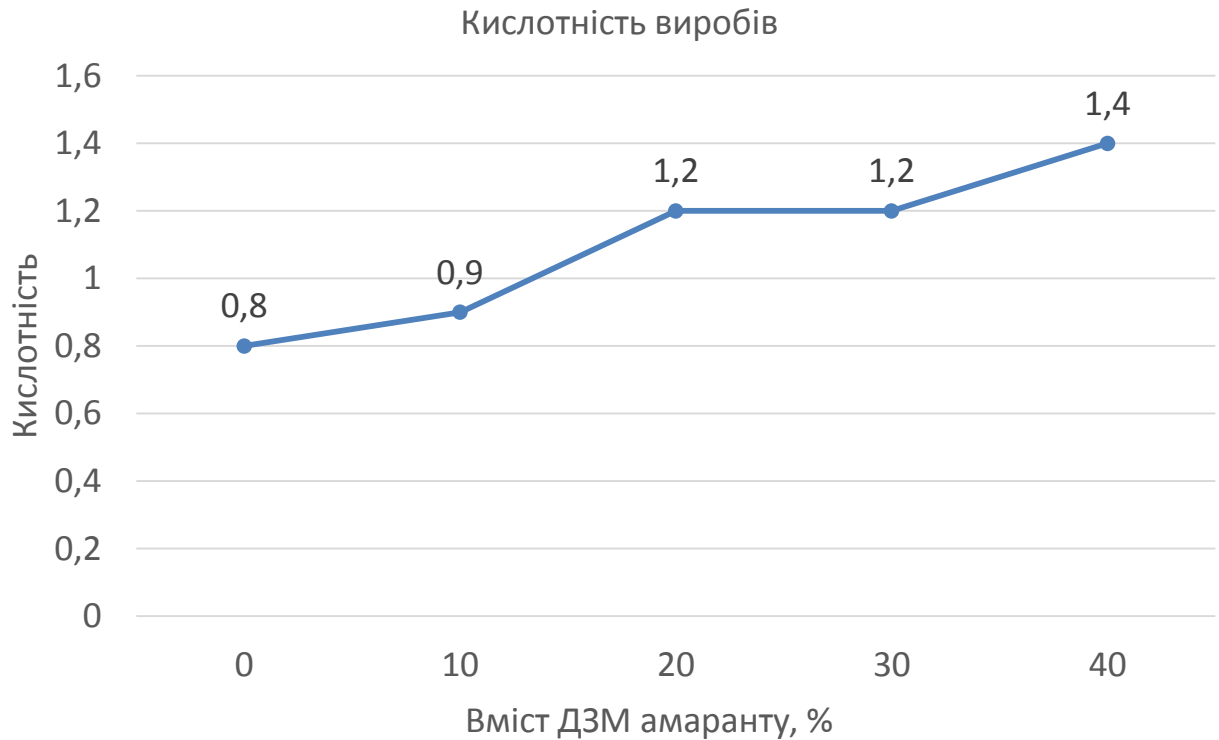


Рисунок 3.14 – Графік кислотності безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту.

З графіку кислотності видно, що зі збільшенням відсотку біологічно активованого зерна амаранту та кількості кефіру в рецептурі тіста та готових виробів, зростає і показник кислотності, у зразку № 3 та № 4, показник кислотності є однаковим (рН=1,2), найвищий результат отримав зразок № 4 (рН=1,4) .), із-за найбільшої кількості кефіру у рецептурі дослідного зразка (відсоток біологічно активованого зерна амаранту становить 30 % до загального вмісту всіх компонентів рецептури, кількість кефіру в даному зразку становить 206 мл.).

Аналізуючи отриманні дані, щодо дослідних зразків безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, можна виділити найкращу рецептурну варіацію, зразок № 2, де в рецептурний склад якого представлено на рисунку 3.15.

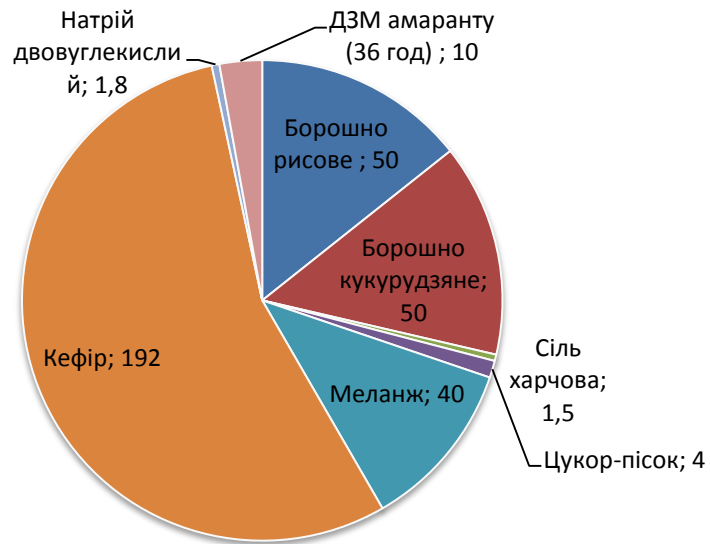


Рисунок 3.15 – Діаграма рецептурного складу безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту (г.)

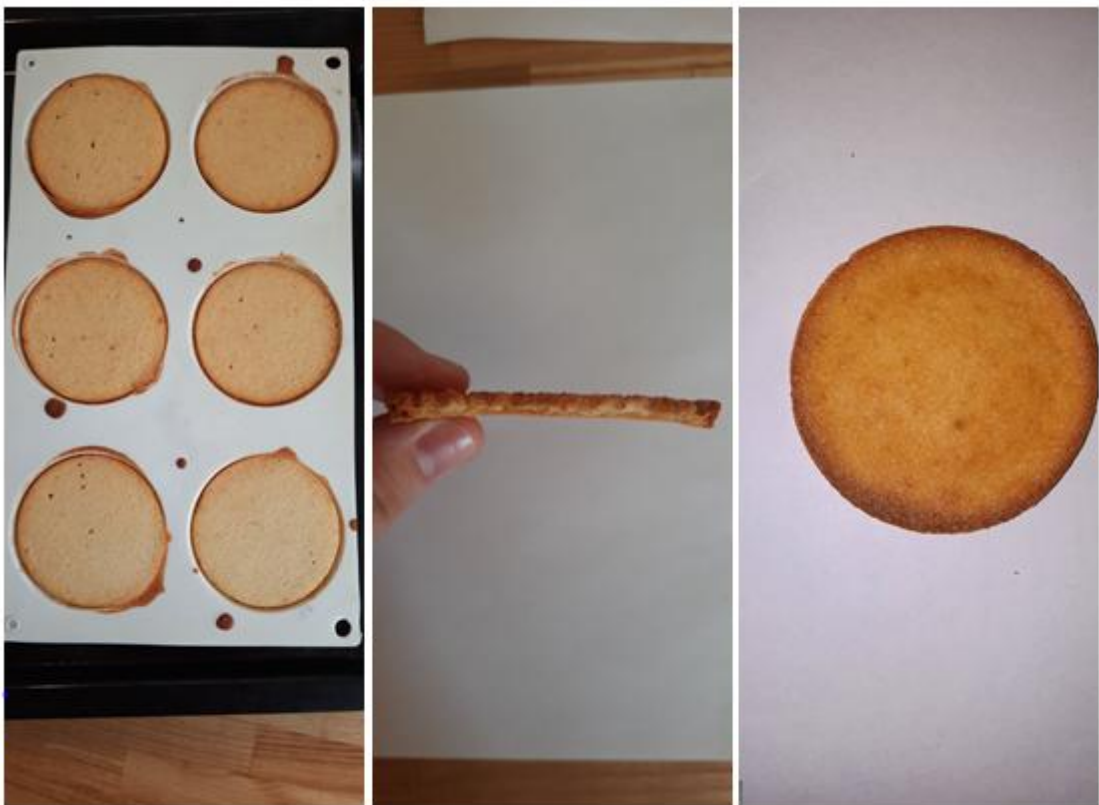


Рисунок 3.16 – Вигляд готового продукту безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту – зразок 2.

Висновки до розділу.

Проведено аналіз якості тіста та готових виробів – безглютенового печива з різним співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного та безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту. Встановлено температурні значення для отримання оптимальних споживчих властивостей готових виробів з тіста на основі безглютенової сировини та поліпшувачів.

Аналізуючи властивості готових виробів (органолептична оцінка, намокання, вологість, кислотність та ін.) отримано значення, які дають змогу обрати оптимальну рецептуру для виробництва безглютенових борошняних виробів з підвищеною харчовою цінністю.

В результаті проведення досліджень, обрано зразок 2 (з відсотковим співвідношення безглютенового борошна (рисового та кукурудзяного) – 50/50 %, на основі цього розроблені 5 варіацій рецептур з додаванням біологічно активованого зерна амаранту, у різному відсотковому співвідношенні, де в результаті досліджень, обрано 1 зразок, а саме зразок 2, в якому відсотковий вміст біологічно активованого зерна амаранту становить – 10%.

Також, проведено розрахунки поживної та енергетичної цінності дослідних зразків, в яких спостерігається те, що зі збільшенням відсоткового вмісту амаранту та кефіру, збільшується кількість білків, жирів та вуглеводів.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в науково-виробничій лабораторії з визначення якості зерна та зернопродуктів кафедри ТЗПСГП Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.

Науково-виробнича лабораторія, яка спеціалізується на визначенні якості зерна та зернопродуктів кафедри Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції (ТЗПСГП) Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, яка призначена для визначення якості зерна, продуктів зернопереробки та харчових продуктів в цілому, надання їм якісних характеристик для індивідуальних потреб, які формуються залежно від замовлення наукових співробітників університету, виробничих підприємств, фермерських господарств, хлібоприймальних підприємств, комбикормових заводів, а також для проведення лабораторних робіт зі студентами ДДАЕУ під керівництвом завідувача лабораторії та/або викладача.

Ефективну систему управління охороною праці створює та контролює завідувач кафедри. Розроблення заходів щодо забезпечення норм безпеки, гігієни праці і лабораторних умов або заходи, проводиться завідуючим лабораторією.

Завідувачі кафедрою та лабораторією підпорядковується безпосередньо ректору Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Спеціалістом з охорони праці в університеті є інженер, який проводить з працівниками вступний інструктаж та організаційно-методичні заходи. Інженер інформує працівників щодо правил, стандартів, норм, положень, інструкцій та інших нормативних актів, а також проводить розслідування, облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань та аварій.

Завідуючий науково-виробничою лабораторією з охорони праці проводить з працівниками та студентами вступний інструктаж з охорони праці. Забезпечує та ознайомлює з існуючими правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.

Завідуючий лабораторією є відповідальним за дотримання безпеки у науково-виробничій лабораторії під час виконання наукових експериментів або лабораторних занять.

В лабораторії повинен бути в наявності куточок з охорони праці, який призначений, для інформування студентів і працівників, щодо заходів з охорони праці, які направлені на усунення причин травматизму та професійних захворювань.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником індивідуально або з групою осіб однієї спеціальності.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з окремим студентом або групою студентів, які виконують дослід. Для інформування студентів стосовно правильності виконання дослідів при цьому враховуючи та контролюючи безпечність їх виконання.

Позаплановий інструктаж проводиться зі студентами на робочому місці або в кабінеті завідувача науково-виробничою лабораторією при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні в них змін, при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, пристроїв та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, які можуть впливати на стан охорони праці.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, які не пов'язані безпосередньо з основними дослідними студентів. При виконанні дослідних робіт, які оформлюються та затверджуються допуском або письмовим дозволом.

Студенти в науково-виробничій лабораторії в необхідній кількості забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту, залежно від виду дослідних робіт, які виконуються.

На кожне робоче місце в лабораторії складена карта умов праці. Карта складається в двох екземплярах, які зберігаються у завідуючого лабораторією та завідуючого кафедрою.

Стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії характеризується узагальненим коефіцієнтом рівня охорони праці.

$$K_{cn} = \frac{K_{\partial} + K_{\delta} + K_{\text{впр}}}{3} \leq 1 ; \quad (4.1)$$

Коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці:

$$K_{\partial} = \frac{C_{\partial}}{C}; \quad (4.2)$$

де  $K_{\partial}$  – коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці;

$C_{\partial}$  – кількість працівників, що дотримуються правил охорони праці;

$C$  – загальна кількість працівників.

$$K_{\partial 2016} = \frac{60}{62} = 0,97;$$

$$K_{\partial 2017} = \frac{56}{59} = 0,95;$$

$$K_{\partial 2018} = \frac{58}{61} = 0,95.$$

Виходячи з розрахунку видно, що рівень дотримання правил охорони праці в лабораторії за останній рік знизився.

Коефіцієнт технічної безпеки обладнання:

$$K_{\delta} = \frac{П_{\text{вб}}}{П}; \quad (4.3)$$

де  $K_{\delta}$  – коефіцієнт технічної безпеки обладнання;

$n_{об}$  – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам безпеки і санітарним вимогам;

$n$  – загальна кількість обладнання.

$$K_{об2016} = \frac{11}{15} = 0,73;$$

$$K_{об2017} = \frac{9}{15} = 0,6;$$

$$K_{об2018} = \frac{11}{15} = 0,73.$$

Як показали розрахунки, рівень технічної безпеки в лабораторії за останній рік підвищився.

Коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці:

$$K_{впр} = \frac{m_{сп}}{m}; \quad (4.4)$$

де  $K_{впр}$  – коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

$m_{сп}$  – кількість фактично виконаних запланованих робіт з охорони праці;

$m$  – загальна кількість запланованих робіт за певний відрізок часу.

$$K_{впр2016} = \frac{18}{18} = 1;$$

$$K_{впр2017} = \frac{18}{18} = 1;$$

$$K_{впр2018} = \frac{12}{18} = 0,67.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці дорівнює:

$$K_{cn2016}^u = \frac{0,97 + 0,73 + 1}{3} = 0,9;$$

$$K_{cn2017}^u = \frac{0,95 + 0,6 + 1}{3} = 0,85;$$

$$K_{cn2018}^u = \frac{0,95 + 0,73 + 0,67}{3} = 0,78.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці свідчить про те, що стан охорони праці в лабораторії, за останній рік незначно, але знизився.

В лабораторії ДДАЕУ стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але основний недолік, відсутність медичного контролю працівників та студентів перед початком роботи для зменшення захворюваності, травматизму та нещасних випадків.

## 5.2 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в лабораторії

При аналізі травматизму та професійної захворюваності в науково-виробничій лабораторії відповідно актів розслідування нещасних випадків і професійних захворювань, можна зробити висновки, що в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП, не було випадків травматизму чи професійних захворювань. Цей факт можна пояснити тим, що прилади, які знаходяться в лабораторії досить безпечні при дотриманні всіх правил експлуатації, а хімічні речовини мають невисокі концентрації.

## 4.3. Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з електродуговою шафою.

### 4.3.1 Загальні положення

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», студент зобов'язаний «знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту, проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди».

До самостійної роботи з електродуховою шафою допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли інструктаж з охорони праці, стосовно правил використання та роботи з лабораторним устаткуванням.

Студенти зобов'язані проходити наступні інструктажі з охорони праці:

- а) вступний – перед виконанням дослідів;
- б) первинний – на робочому місці;
- в) повторний – не рідше одного разу на 3 місяці;
- г) позаплановий – при порушенні вимог безпеки праці, що призвело чи могло призвести до аварії або нещасного випадку; при зміні технологічного процесу чи діючих нормативних актів про охорону праці; при перерві в роботі за фахом більше 60 календарних днів;

Для зниження рівня впливу небезпечних факторів студент повинен бути забезпечений наступними засобами індивідуального захисту:

- халат лабораторний;
- взуття з закритим носком;
- рукавиці;
- головний убір;
- захисні окуляри.

Усі робочі місця і проходи до них повинні мати достатній рівень освітлення.

#### 4.3.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи

Перед початком роботи вдягнути санітарний одяг, волосся прибрати під головний убір. Не допускається тримати в кишенях санітарного одягу гострі предмети. Не дозволяється працювати засобів індивідуального захисту.

Перевірити наявність і справність захисного заземлення, духова шафа повинна бути підключена до електричної мережі через автоматичний вимикач.

Про всі помічені порушення вимог охорони праці на робочому місці, а також про несправності устаткування, приладів, інструментів та засобів індивідуального захисту, необхідно повідомити безпосереднього керівника, викладача, завідуючого лабораторією і не приступати до роботи до моменту усунення несправності.

#### 4.3.3. Вимоги безпеки праці під час роботи.

Бути уважним, не відволікатися самому і не відволікати інших працівників та студентів.

Стежити за справністю електропроводки і заземлення. У разі несправності (пошкодження) ізоляції або заземлення слід повідомити безпосереднього керівника.

#### 4.3.4. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

При виникненні аварійної обстановки – відключити обладнання, оповістити про небезпеку оточуючих людей, доповісти безпосередньому керівнику про те, що трапилося і діяти відповідно до його вказівок.

У разі бою термометрів розсипану ртуть слід зібрати мідною лопаткою, обробленою в азотній кислоті. Для усунення випаровування ртуті зберігати її потрібно під шаром води в посудині з притертою пробкою і надалі здавати в установленому порядку.

При пожежі або загорянні негайно повідомити в пожежну охорону по телефону – 101, приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння, повідомити про пожежу керівника, викладача, завідуючого лабораторією.

Потерпілим при травмуванні, отруєнні, раптовому гострому захворюванні надати першу допомогу при необхідності, викликати швидку медичну допомогу по телефону – 103.

#### 4.3.5. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи.

Відключити обладнання, яке використовувалось від мережі.

Виконати санітарну обробку робочих поверхонь шляхом протирання тампоном, змоченим 3% розчином перекису водню з додаванням 0,5% мийного засобу.

Про всі виявлені під час роботи недоліки повідомити керівника, викладача, завідуючого лабораторією.

#### 4.4. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ.

##### 4.4.1 Розрахунок системи вентиляції в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ

Система вентиляції лабораторії допомагає створити безпечний мікроклімат і повітряне середовище для проведення досліджень або навчання в науково-виробничій лабораторії.

Загальні вимоги до вентиляційних систем позначені ДСН 3.3.6-042-99 мікроклімат виробничого приміщення. Але в цих вимогах і ті, які можна віднести до категорії основних, що стосується в основному норм виконання дії і параметрів мікроклімату. Приточно-витяжна вентиляція в лабораторіях повинна вирішувати наступні завдання:

- Підтримувати необхідний рівень повітрообміну, який забезпечував би нормальні умови перебування в приміщеннях людей.
- Точно підтримувати параметри повітря: температуру, вологість і швидкість руху. Також треба приділити увагу концентрації шкідливих для людини речовин, які визначені санітарними нормативами.
- Запобігати появі нестандартних ситуацій (вибухи, пожежі, витік небезпечних і шкідливих речовин).

Першим етапом при розрахунку механічної системи вентиляції розробка схеми вентиляційної системи цеху.

Визначили повітрообмін  $W$  (м<sup>3</sup>/год). Оскільки у виробничому приміщенні цеху не міститься шкідливих речовин повітрообмін визначено шляхом множення кількості робітників  $n_p$  в приміщенні на нормовану величину  $W_0$  витрати повітря на одного працівника.

Визначення повітрообміну:

$$W = n_p \cdot W_0, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.8)$$

де  $n_p$  – кількість робітників (студентів) у лабораторії, чол.  $n_p = 13$  чол.

На одного працівника припадає 0,5 м<sup>3</sup> і більше об'єму приміщення, то  $W_0 = 0,5$  м<sup>3</sup>/год.

Отже, маємо,

$$W = 13 \cdot 0,5 = 6,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Знаючи величину повітрообміну визначено продуктивність вентилятора за формулою:

$$W_B = \kappa_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.9)$$

де,  $\kappa_3$  – коефіцієнт запасу. Приймаємо в межах 1,3 – 2,0.

Отже,

$$W_B = 1,5 \cdot 6,5 = 9,75 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Наступним етапом є вибір марки та типу вентилятора, потужність двигуна та діаметр вентиляційної труби за каталогом вентиляційного обладнання та за вище підрахованою продуктивністю. Отже тип вентилятора радіальний, марка ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5 технічна характеристика (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика вентилятора ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5

Марка	Двигун			Частота обертання робочого колеса, хв <sup>-1</sup>	Параметри в робочій зоні		Маса, кг
	Тип	Потужність, кВт	Частота обертання вала, хв <sup>-1</sup>		Продуктивні сть, м <sup>3</sup> /год	Тиск, Па	
ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5	ВР182 S4	0,25	1200	1500	680	150 0	170

Продуктивність вентилятора призначеного для видалення пилу, сторонніх запахів та шкідливих речовин з робочої зони складає 680 м<sup>3</sup>/год, виходячи з типу і марки підбраного вентилятора.

4.4.2. Рекомендації щодо поліпшення умов праці в науково-виробничій лабораторії з визначення якості зерна та зернопродуктів кафедри ТЗПСГП Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.

Науково-виробнича лабораторія має задовільний стан охорони праці, але було виявлено певні недоліки. Було запропоновано провести певні заходи за для усунення, що призведе до поліпшення умов та безпеки праці, а саме:

1. Ввести медичний контроль студентів перед роботою для зменшення травмування на робочому місці.
2. Реорганізувати робочі місця з метою створення безпечних і більш зручних умов праці.
3. Забезпечити лабораторію одноразовими халатами, шапочками та бахілами.
4. Збільшити об'єм водонагрівального баку.
5. Збільшити кількість спеціальних шаф для зберігання хімічних речовин, приладів та продуктів харчування для дослідів.

Висновки до розділу.

Стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП Дніпровського державного аграрно-економічного університету є задовільним, але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищенню безпеки роботи працівників та студентів при проведенні лабораторних занять та експериментальних досліджень.

Запропоновано порядок безпечного виконання робіт з електродуховою шафою, проведені розрахунки вентиляційної системи штучного типу для поліпшення мікроклімату в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ. Згідно проведених розрахунків було вибрано радіальний вентилятор ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5 продуктивністю 680 м<sup>3</sup>/год, отже може використовуватись в звичайних та надзвичайних умовах роботи системи вентиляції.

Проведено аналіз стану охорони праці в науково-виробничій лабораторії, рекомендовано необхідні заходи для її покращення.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення техніко-економічних розрахунків стосовно обґрунтування ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Окрім цього це дає можливість надалі більш раціонально планувати свою практичну діяльність і сприяти ефективності науково-дослідних робіт.

Досить актуальною проблемою сьогодення є проблема забезпечення населення якісними продуктами харчування, вирішенням якої займається переробна галузь.

Одним із головних завдань даної галузі є розширення асортименту продукції функціонального призначення. Для цього розробляють технології безглютенового печива на основі нетрадиційної зернової сировини.

Розробка технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, за рахунок застосування тваринних білків є досить актуальним науковим питанням стосовно розробки та впровадження нових безглютенових продуктів для людей, які страждають на целиацію [32].

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження.

Перелік робіт, в результаті дослідження обґрунтування процесу зволоження зерна в технології його розмелу, наведений у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3

## Продовження таблиці 5.1

1–2	Розробка запропонованого напрямку наукових досліджень	2
2–3	Пошук літературних джерел та складання літературного огляду	21
3–4	Розробка плану наукових досліджень	4
4–5	Дослідження характеристики сировини і методології експериментальних досліджень	3
5–6	Підготовка дослідних зразків зерна амаранту	2
6–7	Підготовка експериментального обладнання	15
7–8	Дослідження якості рецептурних компонентів	2
7–9	Дослідження фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей безглютенового печива.	3
7–10	Визначення послідовності і тривалості операцій процесу замісу тіста та випікання експериментальних зразків.	4
7–11	Дослідження температурних режимів випікання експериментальних зразків.	5
8–12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9–12		1
10–12		1
11–12		2
12–13		7
13–14	Написання публікації	7

Відповідно до плану проведення дослідження побудовано сітьовий графік – графічна модель, що відображає процес проведення експериментальних досліджень у вигляді окремих етапів, що дозволяє шляхом розрахунків здійснювати планування, оптимізацію і керування процесом виконання всього

комплексу робіт. На стадії реалізації сітьовий графік дає можливість виразити процес чисельно, для подальшого оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

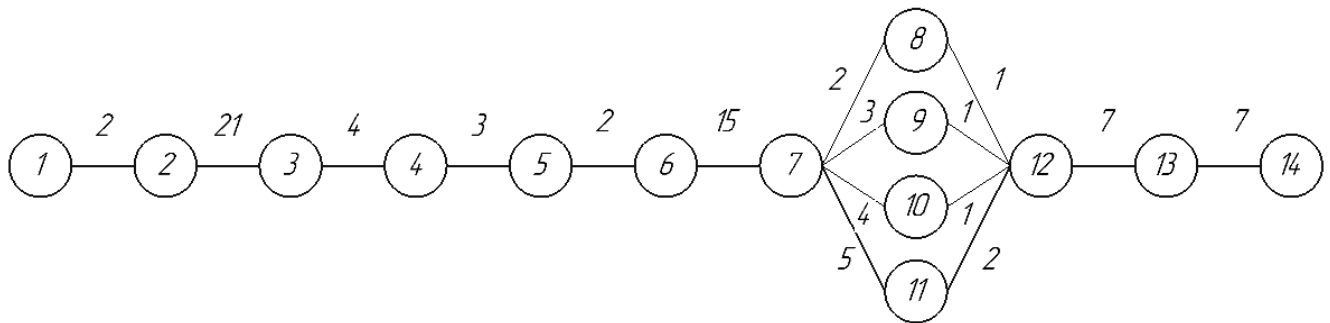


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення науково–дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 7 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 7 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 7 = 66;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14}^4 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 5 + 2 + 7 + 7 = 68$$

Шлях, що має максимальну тривалість називають критичним. В даному випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю 68 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події  $T_i^n$  – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події  $T_i^p$  – найбільший шлях від початкової до  $i$ -тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 68$  днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (5.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 5.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

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

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

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

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	23	23	0

Продовження таблиці 5.2

4	27	27	0
5	30	30	0
6	32	32	0
7	47	47	0
8	49	52	3
9	50	52	2
10	51	52	1
11	52	52	0
12	54	54	0
13	61	61	0
14	68	68	0

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

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

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє зробити висновок стосовно того, наскільки вільно можна застосовувати наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 68$  днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 5.3.

Отже, використання сітьового планування допомагає правильно організувати дослідження, змоделювати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. В результаті складання сітьового графіку потрібно досягти рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення досліджень.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1	0	0	0,00
1–2	0	0	0,04
2–3	0	0	0,36
3–4	0	0	0,42
4–5	0	0	0,45
5–6	0	0	0,60
6–7	0	0	0,71
7–8	0	3	0,72
7–9	0	2	0,73
7–10	0	1	0,75
7–11	0	0	0,73
8–12	0	0	0,75
9–12	0	0	0,76

## Продовження таблиці 5.3

10–12	0	0	0,79
11–12	0	0	0,89
12–13	0	0	1,00
13–14	0	0	0,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 68 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати в зазначений термін, так як відсутній резерв часу, а коефіцієнт напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані таблиці 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі за необхідності.

## 5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Рисове борошно, кг	3	37,00	111,00
Кукурудзяне борошно, кг	3	20,00	60,00
Кефір, л	1	24,00	24,00
Зерно амаранту, кг	0,1	52,00	5,20
Меланж, кг	0,16	26,00	4,16
Цукор-пісок, кг	0,016	11,80	0,19
Сіль харчова, кг	0,006	8,40	0,05
Всього			204,60

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість Людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,60	15	759,00
Всього				759,00

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

$$H = \frac{759,00 \cdot 22}{100} = 166,98 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу комп'ютера:

$$E_1 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 168 \cdot 1,68 = 228,61 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу духової шафи:

$$E_2 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 28 \cdot 1,68 = 105,84 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу міксера:

$$E_3 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 54,43 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на електроенергію складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E_{\text{заг}} = 228,61 + 105,84 + 54,43 = 388,88 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

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

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Комп'ютер	17500,00	24	20	230,14
Духова шафа	3200,00	15	3	3,95
Міксер	899,00	10	4	0,99
Всього				235,08

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{759 \cdot 80}{100} = 607,2 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	204,60
Заробітна плата	759,00
Нарахування на заробітну плату	166,98
Електроенергія	388,88
Амортизація	235,08
Накладні витрати	607,20
Всього	2361,74

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати на обслуговування та управління виробництвом.

### 5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна розраховувалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

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

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2361,74 + \frac{30 \cdot 2361,74}{100} = 3070,26 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3070,26 грн.

Висновки до розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, отже, отриманий сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 759 грн та 607,20 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3070,26 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розробка конкурентоспроможних спеціалізованих продуктів харчування є актуальним напрямком розвитку харчової промисловості. На підставі аналізу літературних і довідкових джерел для розробки рецептури тіста для виробництва безглютенових борошняних кондитерських виробів було підбрано наступну основну сировину, яка дозволена для безглютенової дієти: борошно рисове та кукурудзяне, біологічно активоване зерно амаранту, кефір, меланж та поліпшувачі смаку (сіль, цукор, натрій вуглекислий).

В якості додаткового джерела біологічно цінних речовин при розробці безглютенового печива використане біологічно активоване зерно амаранту; підбрано максимально можливе дозування (10%) в рецептурних композиціях безглютенового тіста. При розробці рецептур сумішей безглютенових борошняних кондитерських виробів з урахуванням органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів були підбрані оптимальні співвідношення рисового та кукурудзяного борошна – 50/50 %.

Проаналізовані властивості безглютенового тіста (вологість тіста та готових виробів, органолептичні показники якості, упік, консистенція, намочуванність печива та його кислотність).

За результатами проведених досліджень розробки рецептури безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, призначені для вироблення безглютенових борошняних кондитерських виробів в умовах харчових виробництв, а також адаптованих для виробництва в домашніх умовах.

Розроблене безглютенове печиво містить достатню для дорослого людського організму кількість білків і вуглеводів, харчових волокон незначна кількість жиру, багатий мінеральний і вітамінний склад.

Досліджено Стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП Дніпровського державного аграрно-економічного університету в результаті чого можна зробити висновок, що стан охорони праці є задовільним,

але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищення безпеки виробництва.

Розроблено інструкції з охорони праці при роботі з електродуховою шафою, проведені розрахунки вентиляційної системи штучного типу для поліпшення мікроклімату в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ. Згідно проведених розрахунків було вибрано радіальний вентилятор ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5 продуктивністю 680 м<sup>3</sup>/год, отже може використовуватись в звичайних та надзвичайних умовах роботи системи вентиляції.

Проведено аналіз стану охорони праці в науково-виробничій лабораторії, рекомендовано необхідні заходи для її покращення.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 759 грн та 607,20 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3070,26 грн.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, отже, отриманий сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Розробка рецептури безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, може забезпечити розширення асортименту безглютенових борошняних кондитерських виробів для людей хворих на целіакію.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. P. R. Shewry, and S. J. Hey Do we need to worry about eating wheat?, Nutrition Bulletin published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of British Nutrition Foundation. Nutrition Bulletin, 2016. Vol. 41, P. 6–13.
2. K. A. Scherf, and R. E. Poms Recent developments in analytical methods for tracing gluten, Journal of Cereal Science, 2016. Vol.67, P. 112–122.
3. N. R. Reilly, and P. H. Green Epidemiology and clinical presentations of celiac disease, Seminars in immunopathology. Springer-Verlag, 2012. P. 473–478.
4. J. A. Gray, and J. N. Bemiller Bread staling: Molecular basis and control, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2003. Vol. 2, P. 1–21.
5. X. Wang, S. Choi, and W. C. Kerr Water dynamics in white bread and starch gels as affected by water and gluten content, Swiss Society of Food Science and Technology, 2004. Vol. 37, P. 377–384.
6. D. Kotoki, and S. C. Deka Baking loss of bread with special emphasis on increasing water holding capacity, J. Food Sci. Technol, 2010. Vol. 47 (1), P.128–131.
7. Н. Г. Бутейкіс Технологія приготування борошняних кондитерських виробів – М.: Економіка, 2015. – 231 с.
8. А. М. Грищенко Удосконалення технології хліба з безглютенової сировини, дис. канд. наук, НУХТ, Київ, 2011. 190–194 с.
9. В. І. Дробот, та А. М. Грищенко Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба, Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. (Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського), 2013. № 30, 52–58 с..
10. В. І. Дробот, та А. М. Грищенко Вимоги до хлібобулочних виробів для хворих на целиацію, Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2009. № 6 (55), 33–34 с.
11. V. Drobot, and A. Grischenko Changes of indicators of quality gluten-free bread during storage, Ukrainian Food Journal, 2013. Vol. 2 (3), P. 347–353.

12. А. М. Грищенко, Л. А. Михонік, та В. І. Дробот Використання цукру в технології безбілкового та безглютенового хліба, на Міжнар. наук.-практ. конф. Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи, Київ, 2010, 17–18 с.

13. M. Bize, B. M. Smith, F. M. Aramouni, and S. R. Bean The Effects of Egg and Diacetyl Tartaric Acid Esters of Monoglycerides Addition on Storage Stability, Texture, and Sensory Properties of Gluten-Free Sorghum Bread, *Journal of Food Science*, 2017. Vol. 82 (1), P. 194–201.

14. L. E. van Riemsdijk, and A. J. van der Goot, Colloidal Protein Particles Can Be Used to Develop a Gluten-free Bread, *Cereal Foods World*, 2011. Vol. 56, № 5, P. 201– 204.

15. A. Marti, A. Barbiroli, M. Marengo Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins?, *European Food Research and Technology*, 2014. Vol. 238, P. 217–224.

16. О. В. Бабіч Розроблення технології безглютенового печива для хворих на целиацію, дис. канд. наук, НУХТ, Київ, 2006. 211–225 с.

17. Н. П. Лазоренко Вдосконалення технології маффінів спеціального призначення, дис. канд. наук, НУХТ, Київ, 2011. 65-71 с.

18. А. Н. Дорохович, Н. П. Лазоренко, та С. В. Гутник Технология безглютеновых маффинов для лечебного и профилактического питания, VIII Межд. научно-техническая конф. Техника и технология пищевых производств, Могилев, 2010. 160 с.

19. B. M. Smith, S. R. Bean, and T. J. Schober Composition and molecular weight distribution of carob germ protein fractions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010. Vol. 58, P. 7794–7800.

20. В. В. Дорохович Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання, дис. докт. наук, КНТЕУ, Київ, 2010. 45–51 с.

21. І. Медвідь, Ю. Федоренко, О. Шидловська, та В. Доценко Особливості виробництва безглютенового хліба, 83 міжнар. наук. конф. молод. учен., асп. і

студ. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті, Київ, 2017. 263 с.

22. Н. Л. Лобачова Технологія безглютенових хлібобулочних виробів з використанням колагенвмісних білків та трансглютамінази, дис. канд. наук., Харківський держ. ун-т харч. та торгівл, Харків, 2015. 98–111 с.

23. О. М. Сафонова Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини, дис. докт. наук, НУХТ, Київ, 2007. 61–65 с.

24. Н. Л. Лобачова, Г. Варако, та О. М. Шаніна Особливості процесу клейстеризації крохмалю кукурудзяного борошна, обробленого трансглютаміназою, на VII Всеукр. наук.-практ. конф. мол. учених та студ. з міжнар. участю. Проблеми формування здорового способу життя у молоді, Одеса, 2014, 99–112 с.

25. О. М. Шаніна, Н. Л. Лобачова, та В. О. Зверев Вплив ферменту трансглютаміназа на властивості білків борошна, Восточно-Европейский журнал передових технологий, 2014. № 5/11 (71), 28-33 с.

26. N. Lobacheva, O. Shanina, K. Dugina, and T. Gavrish Rheology, baking and organoleptic characteristics of breads from different gluten-free flours with transglutaminase and proteins supplements, 8th CIGR Internat. Tech. Symposium Section VI. Advanced Food Processing” incorporating 1st International Congress on Contemporary Food Science and Engineering, Guangzhou, 2013, P. 31.

27. О. М. Шаніна, С. М. Мінченко, та К. В. Дугіна Перспективи застосування нових видів зернової сировини у виробництві безглютенових парових хлібців, Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка), 2015. № 166, 122–127 с.

28. O. Shanina, S. Minchenko, and K. Dugina Biological value, organoleptic, physical-chemical characteristics, and conformational changes of protein molecules in dough gluten-free steamed breads, East European Scientific Journal, 2015. Vol. 1, № 3 (3), P. 119–123.

29. О. М. Шаніна, С. М. Мінченко, та К. Г. Власова Вплив харчової добавки карбоксиметилцелюлози на тривалість зберігання безглютенового парового 192 хліба, Міжнар. наук.-практ. конф. Харчові технології, хлібопродукти та комбікорми, Одеса, 2015. 61–62 с.
30. Т. О. Марцин Використання борошна кіноа у технології безглютенового хлібу, Міжнар. наук.-практ. конф. Туристичний, готельний і ресторанний бізнес: інно-вації та тренди, Київ, 2016, 264-266 с.
31. В. Горелов, та І. Кисіль Процес утворення лежачої краплі та вимірювання поверхневого натягу рідин однойменним методом, Вісник Національного університету «Львівська політехніка», 2002. № 460, 109–114 с.
32. I. Demirkesen, B. Mert, G. Sumnu, and S. Sahin Rheological properties of gluten-free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 2010. Vol. 96 (2), P. 295–303.
33. A. Torbica, M. Hadnadev, and T. Dapcevic Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour, *Food Hydrocolloids*, 2010. Vol. 24, № 6, P. 626–632.
34. E. C. Moraisa, A. G. Cruza, J. A. F. Fariaa, and H. M. A. Bolinia Prebiotic gluten-free bread: Sensory profiling and drivers of liking, *LWT – Food Science and Technology*, 2014. Vol.55, № 1, P. 248–254.
35. Костарева, Т.Ю. Целіакія – важкий діагноз для педіатра на сучасному етапі. Мед. альманах. 2010. № 2. 110–113 с.
36. A. Nascimento, G. Fiates, A. Anjos, and E. Teixeira Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2013. Vol. 64 (2), P. 217–222.
37. C. M. Mancebo, M. A. S. Miguel, M. M. Martinez, and M. Gomez Optimisation of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water, *Journal of Cereal Science*, 2015. Vol. 61, P. 8–15.
38. L. S. Sciarini, P. D. Ribotta, A. E. Leon, and G. T. Perez Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 2010. Vol. 45, P. 2306–2313.

39. M. Gomez, and L. S. Sciarini Gluten-Free Bakery Products and Pasta, in *Advances in the Understanding of Gluten Related Pathology and the Evolution of Gluten-Free Foods*, Eds. Barcelona Spain: OmniaScience, 2015, P. 565–604.

40. E. F. Trappey, H. Khouryieh, F. Aramouni, and T. Herald Effect of sorghum flour composition and particle size on quality properties of gluten-free bread, *Food Science and Technology International*, 2015. Vol. 21, P. 188–202.

41. K. Marston, H. Khouryieh, and F. Aramouni Evaluation of sorghum flour functionality and quality characteristics of gluten-free bread and cake as influenced by ozone treatment, *Food Science and Technology International*, 2015. Vol. 21, № 8, P. 631–640.

42. Данович Н.К., Красіна І.Б., Казьміна О.І. Використання нетрадиційної сировини при виробництві безглютенових вафельних хлібців. Вісті вищих навчальних закладів. Харчова технологія. 2015. № 1 (343). 49–52 с.

43. A. S. Hager, and E. K. Arendt Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat, *Food Hydrocolloids*, 2013. Vol. 32, P. 195–203.

44. M. Mariotti, A. M. Pagani, and M. Lucisano The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures, *Food Hydrocolloids*, 2013. Vol. 30, P. 393–400.

45. J. Korus, M. Witczak, R. Ziobro, and L. Juszczak The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread, *Eur. Food Res. Technol.*, 2015. Vol. 240, P.135–1143.

46. N. Aguilar, E. Albanell, B. Micarro, and M. Capellas Chestnut flour sourdough for gluten-free bread making, *Eur. Food Res. Technol.*, 2016. Vol. 242, P.1795–1802.

47. N. Aguilar, E. Albanell, B. Minarro, and M. Capellas Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread, *LWT – Food Science and Technology*, 2015. Vol. 62, P. 225–232.

48. I. Demirkesen, B. Mert, G. Sumnu, and S. Sahin Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 2010. Vol. 101, № 3, P. 329–336.
49. C. Brites, M. J. Trigo, C. Santos, C. Collar, and C. M. Rosell Maize-Based Gluten-Free Bread: Influence of Processing Parameters on Sensory and Instrumental Quality, *Food Bioprocess Tech.*, 2010. 707-715 с.
50. Троценко, А. С. Проблеми і перспективи використання гречки в харчовій біотехнології. *Укр. Тіхоокеан. держ. екон. ун-ту*. 2010. № 2. 104–116 с.
51. Матвеева, І. Використання амарантового борошна у виробництві безглютенових виробів. *Хлібопродукти*. 2011. № 12. 48-49 с.
52. M. A. Shah, H. R. Naik, I. A. Zargar, and S. A. Mir Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads, *Trends in Food Science & Technology*, 2016. Vol. 51, P.49–57.
53. M. Kim, Y. Yun, and Y. Jeong Effects of corn, potato, and tapioca starches on the quality of gluten-free rice bread, *Food Sci. Biotechnol*, 2015. Vol. 24 (3), P. 913–919.
54. A. Yani, and J. Susilo Physicochemical Characteristics of Composite Flour Made from Cassava, Sweet Potato, Corn and Rice Bran, *International Journal on Advanced Science Engineering Informational Technology*, 2014. Vol. 4, P. 11–15.
55. R. P. Zandonadi, R. B. Assuncao Botelho, and W. M. Coelho Arunjo, Psyllium as a substrate for gluten in bread, *Journal of the American Dietetic Associatio*, 2009. Vol. 109, P.1781–1784.
56. C. Cappa, M. Lucisano, and M. Mariotti Influence of psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality, *Carbohydr. Polym.*, 2013. Vol. 98, P.1657–1666.
57. C. Cappa, M. Lucisano, and M. Mariotti Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality, *Carbohydrate Polymers*, 2013. Vol. 98, P.1657–1666.

58. L. S. Sciarini, M. C. Bustos, M. B. Vignola, C. Paesani, C. N. Salinas, and G. T. Perez A study on fibre addition to gluten free bread: its effects on bread quality and in vitro digestibility, *J. Food Sci. Technol.*, 2017. Vol. 54 (1), P. 244–252.
59. M. M. Martinez, A. Diaz, and M. Gomez Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and breadmaking, *J. Food Eng.*, 2014. Vol. 142, P. 49–56.
60. C. Cappa, M. Lucisano, and M. Mariotti Influence of psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality, *Carbohydr. Polym.*, 2013. Vol. 98, P.1657–1666.
61. L. S. Sciarini, P. D. Ribotta, A. E. Leon, and G. T. Perez Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 2010. Vol. 45, P. 2306–2313.
62. A. A. Anton, and S. D. Artfield Hydrocolloids in gluten-free breads: a review, *International Journal of Food Science and Nutrition*, 2008. Vol. 59, P. 11–23.
63. S. Balaghi, M. A. Mohammadifar, A. Zargaraan, H. A. Gavlighi, and M. Mohammadi Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian *Astragalus*, *Food Hydrocolloids*, 2011. Vol. 25, P. 1775–1784.
64. C. Lamacchia, A. Camarca, S. Picascia, A. Di Luccia, and C. Gianfrani, Cerealbated gluten free food: how to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients, *Nutrients*, 2014. Vol. 6, P. 575–590.
65. N. Mollakhalili Meybodi, M. A. Mohammadifar, and K. H. Abdolmaleki, Effect of dispersed phase volume fraction on physical stability of oil-in-water emulsion in the presence of gum tragacanth, *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2014. Vol. 1, P. 102–107.
66. C. M. Rosell Enzymatic manipulation of gluten-free breads, in *Gluten-Free Food Science and Technology*, E. Gallagher, Eds. London, UK: John Wiley & Sons, 2009, P. 83–98.

67. S. Renzetta, and C. M. Rosellb Role of enzymes in improving the functionality of proteins in non-wheat dough systems, *Journal of Cereal Science*, 2016. Vol. 67, P. 35–45.

68. N. C. Siu, and C. Y. Ma Mine Physicochemical and structural properties of oat globulin polymers formed by a microbial transglutaminase, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003. Vol. 50, P. 2660–2665.

69. C. Kuraishi, K. Yamazaki, and Y. Susa Transglutaminase: its utilization in the food industry, *Food Reviews International*, 2007. Vol. 17, P. 221–246.

70. A. Basman, H. Koksel, and P. K. W. Ng Effects of transglutaminase on SDS–PAGE patterns of wheat, soy and barley proteins and their blends, *Journal of Food Science*, 2004. Vol. 67, P. 2654–2657.

71. М. Н. Вишняк, Розробка і оцінка споживчих властивостей безглютенових борошняних кондитерських виробів: дис. ... канд. техн. наук – Барнаул, 2011. 181–192 с.

72. Gallagher, E. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *J. Food Eng.* 2004. Vol. 56. P. 153–162.

73. H. S. Gujral, M. Haros, and C. M. Rosell Starch hydrolyzing enzymes for retarding the staling of rice bread, *Cereal Chemistry*, 2015. Vol. 80 (6), P. 750–754.

74. R. Ziobroa, T. Witczakb, L. Juszczakc, and J. Korusa Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic, *Food Hydrocolloids*, 2015. Vol. 32, issue 2, P. 213–220.

75. G. B. Arno, I. R. Wouters, E. Fierens, K. Brijs, and J. A. Delcour, Relevance of the functional properties of enzymatic plant protein hydrolysates in food systems, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2000. Vol.15, P. 364–379.

76. Л. П. Апет Довідник технолога кондитерського виробництва. У 2-х томах. Т. 1. Технології та рецептури. Спб.: ГИОРД, 2004. 532–560 с.

77. E. Gallagher, A. Kunkel, T. R. Gormley, and E. K. Arendt, The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics, and on shelf life

(intermediate and long-term) of gluten-free breads stored in a modified atmosphere, *Eur. Food Res. Technol.*, 2005. Vol. 218, P. 44–48.

78. C. Marco, and C. M. Rosell Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties, *J. Food Eng.*, 2006. Vol. 84, P. 132–139.

79. R. Ziobro, T. Witczak, L. Juszczak, and J. Korus Supplementation of glutenfree bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic, *Food Hydrocoll.*, 2012. Vol. 32, P. 213–220.

80. F. Ronda, M. Villanueva, and C. Collar Influence of acidification on dough viscoelasticity of gluten-free rice starch-based dough matrices enriched with exogenous protein, *LWT – Food Sci. Technol.*, 2013. Vol. 59, P. 12–20.

81. R. Crockett, P. Ie, and Y. Vodovotz Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of glutenfree bread, *Food Chem.*, 2003. Vol. 129, P. 84–91.

82. M. Villanueva, R. R. Mauro, C. Collar, and Fe. Ronda Acidification of proteinenriched rice starch doughs: effects on breadmaking, *Eur. Food Res. Technol.*, 2007. Vol. 240, P. 783–794.

83. Na. S. Deora, A. Deswal, and H. N. Mishra Functionality of alternative protein in gluten-free product development, *Food Science and Technology International*, 2015. Vol. 21 (5), P. 786–800.

84. B. M. Smith, S. R. Bean, and G. Selling Role of noncovalent interactions in the production of visco-elastic material from zein, *Food Chemistry*, 2016. Vol. 147, P. 230–238.

85. M. Fevzioglu, B. R. Hamaker, and O. H. Campanella Gliadin and zein show similar and improved rheological behavior when mixed with high molecular weight glutenin, *Journal of Cereal Science*, 2018. Vol. 55, P. 265–271.

86. H. Andersson, C. Ohgren, and D. Johansson Extensional flow, viscoelasticity and baking performance of gluten-free zein-starch doughs supplemented with hydrocolloids, *Food Hydrocolloids*, 2019. Vol. 25, P. 1587–1595.

87. N. J. de Mesa-Stonestreet, S. Alavi, and J. Gwirtz, "Extrusion-enzyme liquefaction as a method for producing sorghum protein concentrates", *Journal of Food Engineering*, 2018. Vol. 108, P. 365–375.
88. P. Pontieri, G. Mamone, and S. De Caro Sorghum, a healthy and gluten-free food for celiac patients as demonstrated by genome, biochemical, and immunochemical analyses, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004. Vol. 61, P. 2565–2571.
89. T. J. Schober, S. R. Bean, and M. Tilley Impact of different isolation procedures on the functionality of zein and kafirin, *Journal of Cereal Science*, 2012. Vol. 54, P. 241–249.
90. M. A. Goodall, O. H. Campanella, and G. Ejeta Grain of high digestible, high lysine (HDHL) sorghum contains kafirins which enhance the protein network of composite dough and bread, *Journal of Cereal Science*, 2000. Vol. 56, P. 352–358.
91. N. Sozer Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums, *Food Hydrocolloids*, 2003. Vol. 23, P. 849–856.
92. C. E. Stathopoulos, and B. T. O’Kennedy A rheological evaluation of concentrated casein systems as replacement for gluten: Calcium effects, *International Journal of Dairy Technology*, 2007. Vol. 61, P. 397–402.
93. E. K. Arendt, and F. Dal Bello Functional cereal products for those with gluten intolerance, in *Technology of Functional Cereal Products*, Ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2017. P. 44–47.
94. ДСТУ 4619:2006. Кондитерські вироби: Правила приймання, методи відбору проб. – М.: вид-во стандартів, 2006. – 10 с.
95. ДСТУ-П 4585:2006. Вироби хлібобулочні здобні. – М.: вид-во стандартів, 2006. – 14 с.
96. ДСТУ 3781:2014 Печиво. Загальні технічні умови. – М.: вид-во стандартів, 2014. – 21 с.
97. ДСТУ 2900:2006 Харчові концентрати. Напівфабрикати. – М.: вид-во стандартів, 2006. – 20 с.

98. ДСТУ 4965:2008 Рис. Технічні умови. – М.: вид-во стандартів, 2008. – 18 с.
99. ТУ15.6-00952737-006-2002 Визначення вологості нетрадиційних зернових. – М.: вид-во стандартів, 2002. – 18 с.
100. ДСТУ 7213:2011 Зерно амаранту. Технічні умови – М.: вид-во стандартів, 2011. – 27 с.
101. ДСТУ 3781 98 Печиво. Технічні умови – М.: вид-во стандартів, 1998. – 25 с.
102. ДСТУ 7270:2012 Метрологія. Прилади зважування– М.: вид-во стандартів, 2012. – 25 с.
103. ДСТУ 5024:2008 Вироби кондитерські. Методи визначання кислотності та лужності– М.: вид-во стандартів, 2008. – 17 с.

## ДОДАТКИ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання  
переробних і харчових  
виробництв імені  
професора  
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових  
технологій та готельно-  
ресторанної справи

**НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ  
ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І  
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Матеріали*

*міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
24 листопада 2020 року*

Мелітополь  
2020

<i>69. Кравченко М.Ф., Романовська О.Л.</i> Якість бісквітних напівфабрикатів з борошном «здоров'я» та порошком керобу	197
<i>70. Загорко Н.П., Сидоренко Л.Д.</i> Виробництво коньяку за шарантською технологією	199
<i>71. Пахомська О.В., Терещук А.С.</i> Актуальні проблеми якості та безпечності харчової продукції	203
<i>72. Бандура Н.И.</i> Анализ особенностей рынка экзотических грибов в Украине	206
<i>73. Жукова В.Ф., Майборода Д.О., Ганчева А.І.</i> Роль аліментарного фактора в профілактиці та лікуванні коронавірусу COVID-19	209
<i>74. Кім Н.І.</i> Обґрунтування узагальненої оцінки якості продукції переробних підприємств	212
<i>75. Миколенко С.Ю., Омельчук В.С., Недобійчук К.В.</i> Дослідження впливу диспергованого зерна амаранту на якість безглютенових хлібців	215
<i>76. Семко Т.В., Іваніщєва О.А.</i> Харчова алергія	217
<i>77. Швець С.С., Куянов Ю.Ю., Миколенко С.Ю.</i> Розроблення чіпсів з подрібнених яблук	220
<i>78. Євдокімов П.В., Пирожєнко А.В., Микитенко А.О., Олексієнко В.О.</i> Визначення придатності зерна гречки для солодощення	222
<i>79. Зінченко Р.С., Сілонова Н.Б.</i> Аналіз міжнародних вимог у сфері безпечності харчових продуктів та залучення вітчизняних підприємств до їх виконання	224

#### СЕКЦІЯ 4. ІННОВАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ

<i>80. Малюк Л.П., Варипаєва Л.М.</i> Організаційні заходи в сфері гостинності під час пандемії 2020	227
<i>81. Паска М.З., Куцмида А.Т.</i> Техно-новини ресторанного бізнесу	230
<i>82. Гапріндашвілі Н.А., Бандура І.І.</i> Перспективи впровадження інноваційних методів управління в індустрії гостинності	234
<i>83. Гузар У.Є.</i> Сучасні якості менеджера готельно-ресторанного бізнесу	237
<i>84. Сухаренко О.І.</i> Інноваційні технології в ресторанному бізнесі для забезпечення конкурентоспроможності організації	239
<i>85. Кюрчева Л.М., Верхованцева В.О.</i> Якість готельно-ресторанних послуг	242
<i>86. Бондаренко Д.О., Григоренко О.В.</i> Історія виникнення коктейлів сімейства сауер і їх місце у сучасній барній справі	244
<i>87. Горелков Д.В., Ворошилова О.О.</i> Інноваційні рішення в організації та функціонуванні мережі кав'ярень	246
<i>88. Пахомська О.В., Коваленко В.О.</i> Перспективи впровадження інтернет речей в готельно-ресторанну індустрію	248
<i>89. Кюрчева Л.М., Кюрчева Ю.С.</i> Якісна послуга – основний фактор конкурентоспроможності готельного підприємства	251

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИСПЕРГОВАНОГО ЗЕРНА АМАРАНТУ НА ЯКІСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ХЛІБЦІВ**

**Миколенко С.Ю.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Омельчук В.С.**, магістрант,  
**Недобійчук К.В.**, магістрант

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Розроблення безглютенових хлібобулочних виробів, збагачених біологічно цінною сировиною, є перспективним напрямком розвитку технологій хлібопекарського виробництва для України у зв'язку зі зростанням кількості людей, що страждають від непереносимості глютену, і споживачів, що прагнуть вживати харчові продукти з оздоровчими властивостями. В Україні асортимент безглютенових борошняних виробів формується в основному за рахунок імпортованої продукції, що має високу вартість [1]. Тому дослідження було присвячене розширенню асортименту безглютенових хлібців та вивченню впливу диспергованого зерна амаранту, попередньо біологічно активованого шляхом замочування і ферментації, на фізико-хімічні та органолептичні властивості безглютенових бездріжджових хлібців.

Амарант – цінна псевдозернова культура. Зерно амаранту містить значну кількість біологічно цінного сквалену, що відрізняє його від зерна інших злакових і олійних культур. Також зерно амаранту містить багато білків (18% порівняно з 9–14% для риса, жита, кукурудзи, пшениці). Амарантові білки відрізняються високим вмістом сквалену та за складом наближаються до ідеального білка [2]. Жирнокислотний склад зерна амаранту відрізняється переважанням поліненасичених жирних кислот, також характерним є високий вміст різних токолінів [3]. Дисперговане зерно амаранту характеризується активним біохімічним комплексом, зростанням вмісту вітамінів і пептидів.

Основною проблемою виробництва безглютенової хлібців є забезпечення необхідних структурно-механічних параметрів тіста. Безглютенові види борошна, як-от кукурудзяне, рисове, соєве, соргове, нутове, не містять клейковини, яка має здатність формувати структуру виробів. Це призводить до отримання хлібобулочних виробів низької якості.

Для збагачення безглютенових хлібців на основі суміші рисового і кукурудзяного борошна [4, 5] зерном амаранту було використано дисперговане зерно амаранту сорту «Харківський», попередньо замочене і ферментоване протягом 24 годин. У рецептуру безглютенових хлібців дисперговане зерно амаранту вносили у кількості від 10 до 40% до маси безглютенової борошняної суміші. Для приготування безглютенового тіста замість води у відповідності до роботи [4] застосовували кефір жирності 2,5%, що виступає джерелом тваринного білку. Кефір збагачує тісто молочною кислотою. Це є важливим аспектом виробництва бездріжджових хлібних виробів, які виключають мікробіологічні процеси та пов'язане з ними накопичення органічних кислот у напівфабрикаті, і, відповідно, кращі органолептичні властивості харчового

продукту. У якості розпушувача застосовували натрій двовуглекислий та яйце куряче у вигляді меланжу.

У результаті пробного випікання зразків зі співвідношенням рисового та кукурудзяного борошна 70:30 за стандартною рецептурою і співвідношенням 60:40 і 50:50 встановлено, що доцільніше використовувати борошняну суміш зі співвідношенням 50:50. Такі вироби характеризувалися вищою органолептичною оцінкою, мали більш виражений смак з приємними солодкуватим присмаком кукурудзи.

Вологість тіста для дослідних і контрольних зразків безглютенових хлібців коливалася в межах 62–62,5 %. Слід відзначити, що величина упікання, вологості виробів достовірно не відрізнялася для дослідних і контрольних зразків та становила 0,4–0,5 і 38–41 %. Проте суттєво відрізнялася кислотність безглютенових хлібців, що зростала на 0,1–0,3 град. порівняно з контрольним зразком при використанні диспергованої зернової маси амаранту.

Дисперговане зерно амаранту зі збільшенням відсотку дозування впливало на органолептичні якості виробів. Найбільш наближеними за якістю до контрольного зразка були вироби з мінімальним відсотком введення диспергованої зернової маси амаранту до рецептурного складу продукту. Хлібці, збагачені диспергованим зерном амаранту, мали дещо погіршену структуру пористості. Загалом встановлено, що дозування диспергованого зерна амаранту у складі безглютенових хлібців на основі кукурудзяно-рисового борошна має складати менше 20 % до маси борошна. Тому отримані результати досліджень вказують на необхідність подальшого пошуку технологічних рішень щодо підвищення біологічної цінності і споживчої якості безглютенових хлібців.

#### Література:

1. Гарасенко Д. І. Удосконалення асортименту хлібобулочних виробів на українському ринку. Вісник студентського наукового товариства "Ватра". 2018. №98. С. 110–119.
2. Миколенко С. Ю., Захаренко А. А. Дослідження впливу амарантового та льняного борошна на якість печива. Технічні науки та технології. 2020. № 1 (19). С. 228–240.
3. Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., Gallagher E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2009. Vol. 60. №4. P. 240–257.
4. Гавриш Т. В., Шаніна О. М., Галясний І. В. Дослідження впливу полісахаридної та білкової добавки на гідратаційні властивості безглютенового бездріжджового тіста. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2018. № 194. С. 119–123.
5. Галясний І. В., Гавриш Т. В., Шаніна О. М. Дослідження піноподібної структури безглютенового бездріжджового тіста з використанням гідроколоїдів та концентратів тваринних білків. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 10. С. 67–75.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

## Обґрунтування технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту

Виконавець: ст. гр. МГХТ-1-19 Омельчук В.С.  
Керівник: доцент Миколенко С.Ю.

Дніпро – 2020

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

*Актуальність проблеми виробництва безглютенових харчових продуктів*

В даний час актуальною є розробка продуктів спеціалізованого призначення, в тому числі для людей, які страждають на целиакію – мультифакторіальне захворювання, викликане пошкодженням ворсинок тонкої кишки харчовими продуктами, що містять глютен – білкова фракція таких злаків, як пшениця, жито, ячмінь, овес або їх гібридів, і похідні цієї білкової фракції, нерозчинні у воді.

Метод лікування захворювання і профілактики ускладнень при целиакії – безглютенова дієта.

Альтернативні безглютенові зернові продукти:

-традиційні (рис, гречку, кукурудзу, пшоно);

-нетрадиційні (амарант, сорго, льон, кіноа та ін.).

Асортимент безглютенової продукції не великий, проте попит на даний вид продукції зростає з кожним роком і необхідність забезпечення даної категорії людей спеціалізованими продуктами харчування існує постійно.

## МЕТА РОБОТИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження – розробка технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, за рахунок застосування тваринних білків, що дозволяє поліпшити структурно-механічні властивості тіста і якість готових виробів.

Відповідно до поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. Аналіз сучасних тенденцій в технології безглютенових кондитерських виробів, ефективність застосування сучасних рецептурних компонентів і інноваційних технологічних рішень для обґрунтування технології безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту;
2. Обґрунтування складу безглютенової сировини, рідкої фази тіста, виду і концентрації поліпшувачів;
3. Дослідження характеристики сировини і методології експериментальних досліджень;
4. Розроблення технології і технологічні схеми виробництва безглютенового печива із використанням біологічно активованого зерна амаранту та тваринних білків;
5. Дослідження стану охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАБДУ.
6. Виконання розрахунку кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт досліджень – технологія виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту.

Предмет дослідження – вплив біологічно активованого зерна амаранту на структурно-механічні властивості виробу, для забезпечення високих органолептичних властивостей безглютенового печива.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4

Програма експериментальних досліджень передбачала:

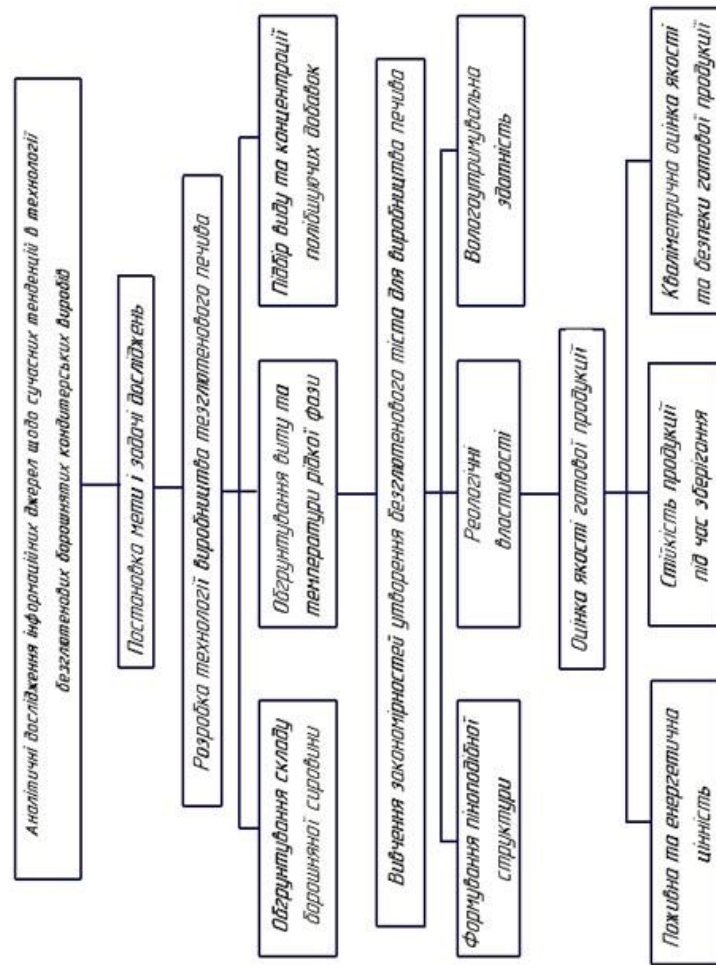
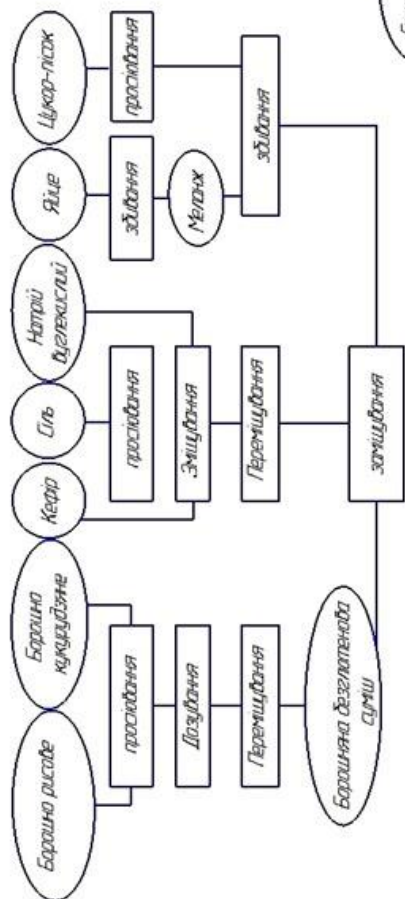


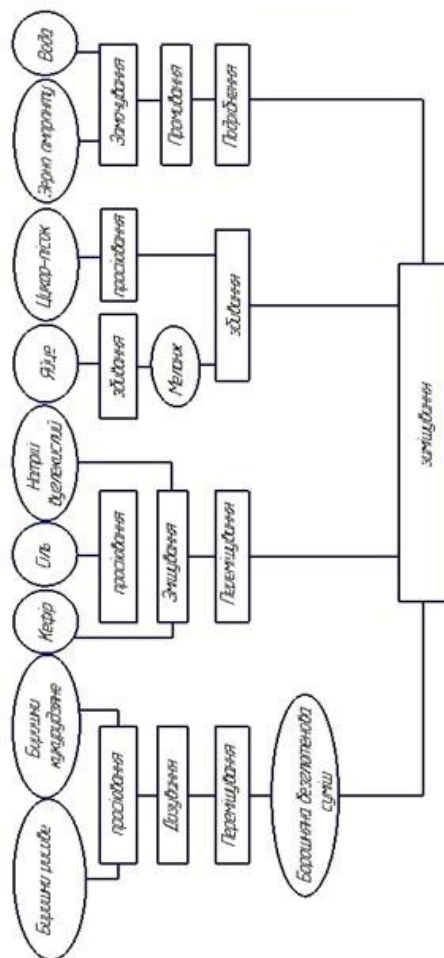
Схема проведення експериментального дослідження

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Опис структурних схем замішування тіста на основі безглютенової сировини



Структурна схема замішування тіста на основі безглютенової сировини з додавання біологічно активованого зерна амаранту

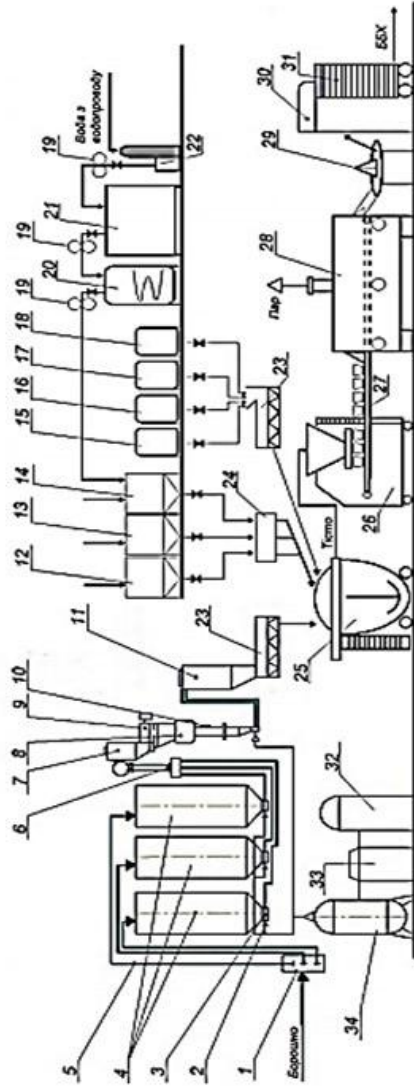


Структурна схема замішування тіста на основі безглютенової сировини без додавання біологічно активованого зерна амаранту



## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Опис експериментальної апаратурно-технологічної схеми виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту



1 – приймальний щиток; 2 – ультразвуковий силос; 3 – роторний живильник; 4 – борошняні силоси; 5 – транспортні труби; 6 – перемикач напрямку;

7 – виробничий бункер; 8 – просівач борошна; 9 – проміжний бункер;

10 – автоматичні ваги; 11 – виробничий силос; 12, 13, 14 – ємкості для кефіру, меланжу, розчину нагрій вуглекислого відповідно; 15, 16, 17, 18 – ємкості для цукру-піску, солі, смако-ароматичних добавок відповідно; 19 – насос;

20, 21 – ємкості для підготовки, підігріву та тимчасового зберігання води;

22 – хімічодочисна установка; 23 – шнековий вібродозатор; 24 – дозатор рідких компонентів; 25 – збивальна машина; 26 – депозитор; 27 – транспортер;

28 – піч; 29 – циркуляційний стіл; 30 – укладач; 31 – контейнер для зберігання; 32 – повітряний фільтр;

33 – компресор; 34 – ресивер.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

8

Органолептичні показники якості безглютенового печива

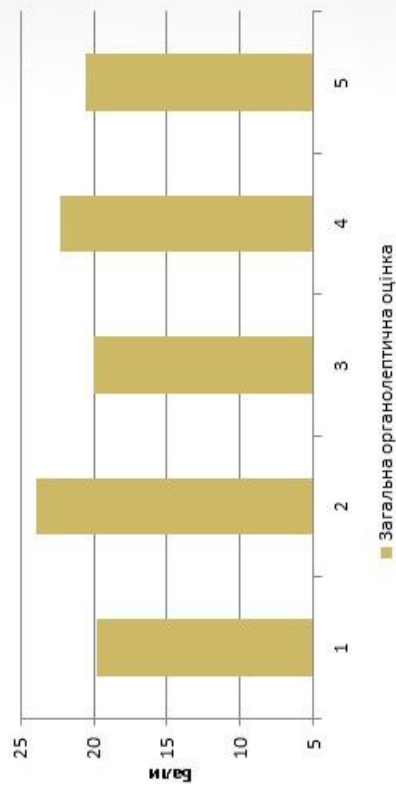
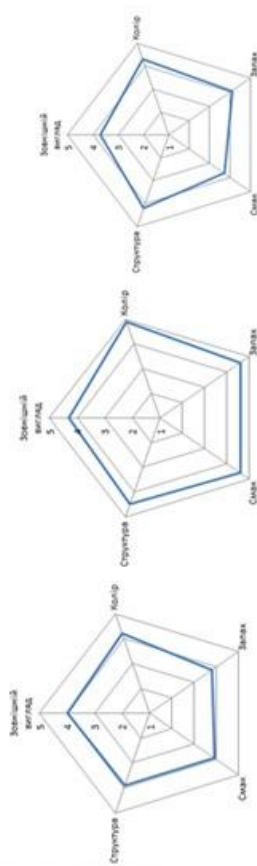
Показники	Характеристика безглютенового печива різних експериментальних зразків зі співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші, %				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (20/80)
Зовнішній вигляд	зовнішній вигляд відповідає вимогам, виріб тримає форму				
Колір	блідо-жовтий		жовтий		темно-жовтий
Запах	властивий даному виду виробів, без сторонніх запахів, приємний аромат				
Смак	смак нейтральний, приємний, властивий даному виду виробів з легким присмаком приємний, відповідним до виду борошна				
Структура	на зламі однорідна, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісую тіста				

Балова органолептична оцінка якості безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного

Показник	Експериментальні зразки безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (20/80)
Зовнішній вигляд	4	4,3	3,7	4,3	4,3
Колір	4,2	4,9	4,3	4,7	4,9
Запах	3,8	4,6	4,1	4,6	4,6
Смак	3,9	4,6	3,7	4,2	4,6
Структура	3,9	4,5	4,2	4,5	4,5
Загальна органолептична оцінка	19,8	23,9	20	22,3	20,5

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

9



г) г)

Профілі органолептичної оцінки якості безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного:

а) – Зразок 1 (70/30 %), б) – Зразок 2 (50/50 %), в) – Зразок 3 (40/60 %), г) – Зразок 4 (30/70 %), д) – Зразок 5 (20/80 %).

Загальна органолептична оцінка безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

10

Дослідні зразки	Поживні речовини			Енергетична цінність, ккал/100 г.
	Білки	Жири	Вуглеводи	
1	6	5,8	60	320
2	6,3	6	61,1	331
3	6,3	6,1	60,9	339,68
4	6,8	6,3	62,1	342,73
5	7,1	6,7	62,3	346,6

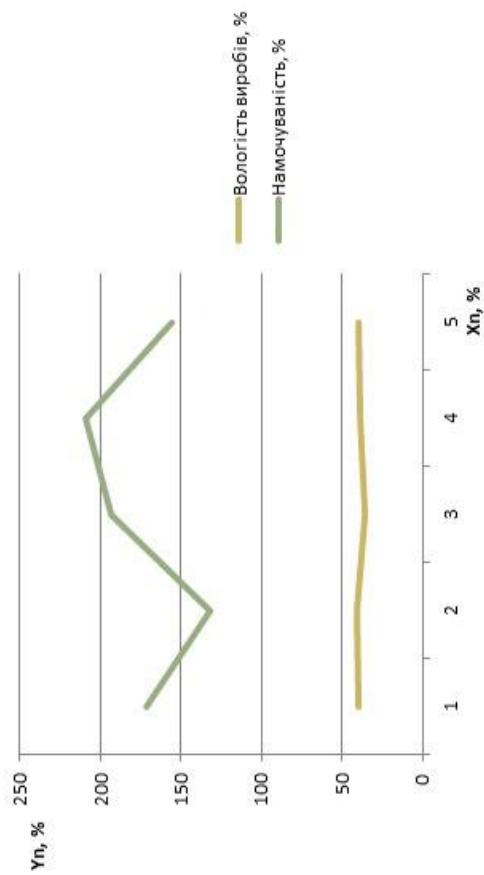
Поживна та енергетична цінність безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного, на 100 г.

Фізико-хімічні показники безглютенового печива

Показники	Співвідношення рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші, %				
	Зразок 1 (70/30)	Зразок 2 (50/50)	Зразок 3 (40/60)	Зразок 4 (30/70)	Зразок 5 (50/50)
Вологість виробу, %	21,6	18,1	17,6	25,6	16,2
Намочуваність, %	160,92	132,27	193,25	209,71	155,42
Товщина перерізу, мм	2	2	2,4	2	2,3
Упік, %	0,45	0,36	0,48	0,42	0,55

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

11



Графік залежності намокання безглютенового печива з різним відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного від його вологості, %; намокання безглютенового печива, %.

Вигляд готового продукту безглютенового печива з відсотковим співвідношенням рисового борошна до кукурудзяного 50/50 % – зразок № 2.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

12

Органолептичні показники безглютенowego печива з біологічно активованим зерном амаранту

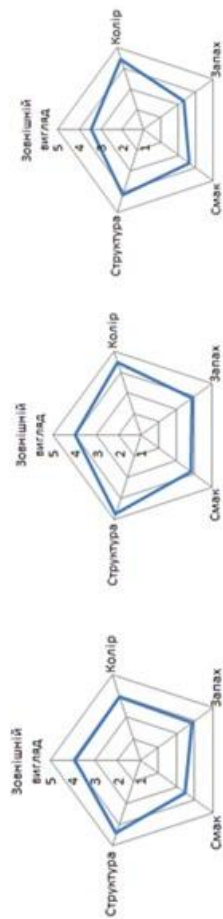
Показники	Характеристика безглютенowego печива різних експериментальних зразків зі співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна 50/50, %				
	Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %)	Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %)	Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %)	Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %)	Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %)
Зовнішній вигляд	зовнішній вигляд відповідає вимогам, виріб тримає форму				
Колір	блідло-жовтий		блідло-коричневий		темно-коричневий
Запах	властивий даному виду виробів, без сторонніх запахів, пріємний аромат				
Смак	смак нейтральний, пріємний		властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна		властивий даному виду виробів з легким присмаком, відповідним до виду борошна
Структура	на зламі однорідна, з рівномірною пористістю, без здуття та наявності слідів не промісу тіста				

Балова органолептична оцінка якості безглютенowego печива з біологічно активованим зерном амаранту

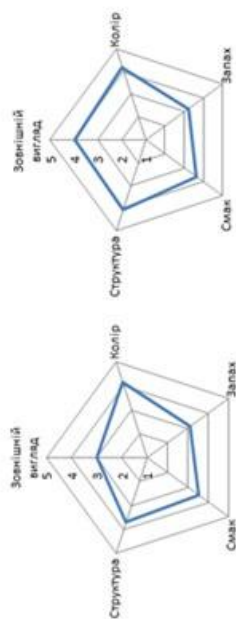
Показник	Експериментальні зразки безглютенowego печива зі співвідношенням рисового до кукурудзяного борошна 50/50, %				
	Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %)	Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %)	Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %)	Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %)	Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %)
Зовнішній вигляд	3,9	4	3,45	3	3,95
Колір	3,95	4,45	4,4	4,15	4,2
Запах	3,85	3,85	3,3	3,1	3,2
Смак	3,45	3,8	3,6	3,55	3,65
Структура	4,4	4,75	4,15	3,7	4,1
Загальна органолептична оцінка	19,55	20,85	18,9	17,5	19,1

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

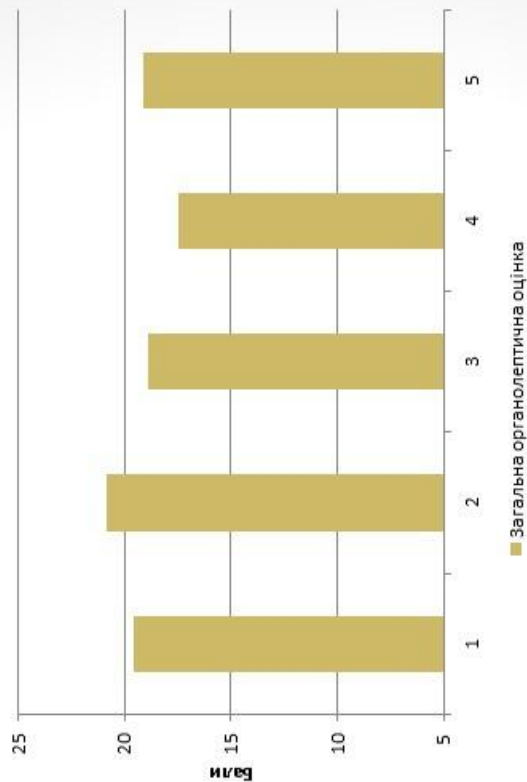
13



д) е) є)



ж) з)



Загальна органолептична оцінка безлютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту

Профілі органолептичної оцінки якості безлютенового печива 3

біологічно активованим зерном амаранту:

- д) – Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %), е) – Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %), є) – Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %), ж) – Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %), з) – Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %).

Дослідні зразки	Поживні речовини			Енергетична цінність, ккал/100 г.
	Білки	Жири	Вуглеводи	
1	8	6	58	325
2	8,2	6,1	58,2	334,53
3	8,5	6,1	60	338,46
4	8,9	6,3	60	344,1
5	9,7	6,5	61,1	346,2

Поживна та енергетична цінність безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту, на 100 г.

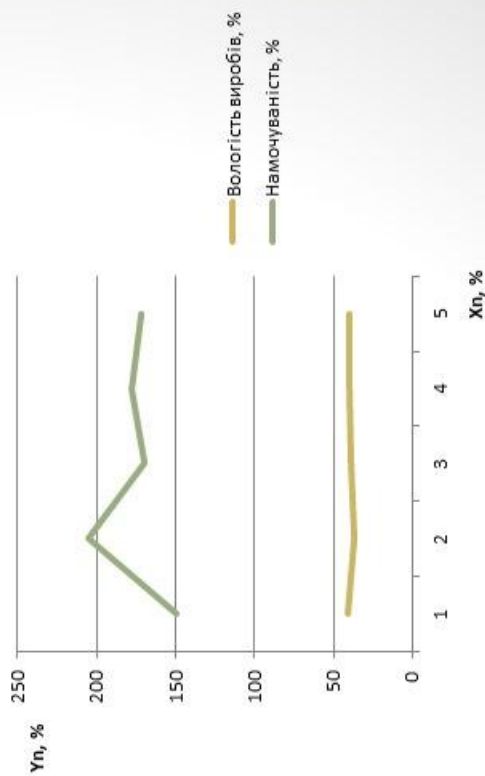
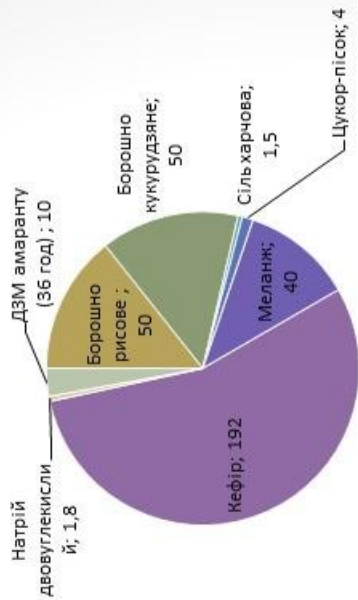
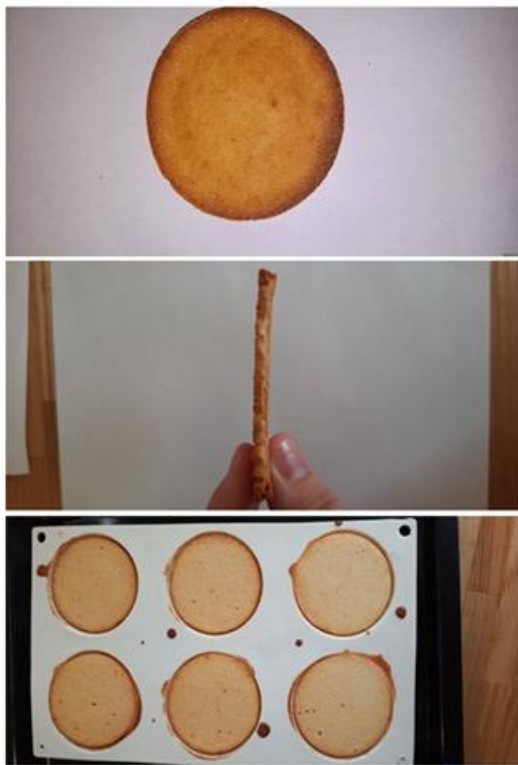
Фізико-хімічні показники безглютенового печива

Показники	Співвідношення рисового до кукурудзяного борошна у складі суміші 50/50, %				
	Зразок 1 (ДЗМ амаранту 0 %)	Зразок 2 (ДЗМ амаранту 10 %)	Зразок 3 (ДЗМ амаранту 20 %)	Зразок 4 (ДЗМ амаранту 30 %)	Зразок 5 (ДЗМ амаранту 40 %)
Вологість виробу, %	36,9	37,1	37,5	37,85	39,3
Намоцуваність, %	171,66	149,43	205,15	169,54	178,21
Товщина перерізу, мм	5	5,2	5,5	4,7	5,7
Упк, %	0,48	0,46	0,42	0,47	0,46
Кислотність, %	0,8	1,0	1,2	1,2	1,4

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

15

Вигляд готового продукту безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту – зразок 2.

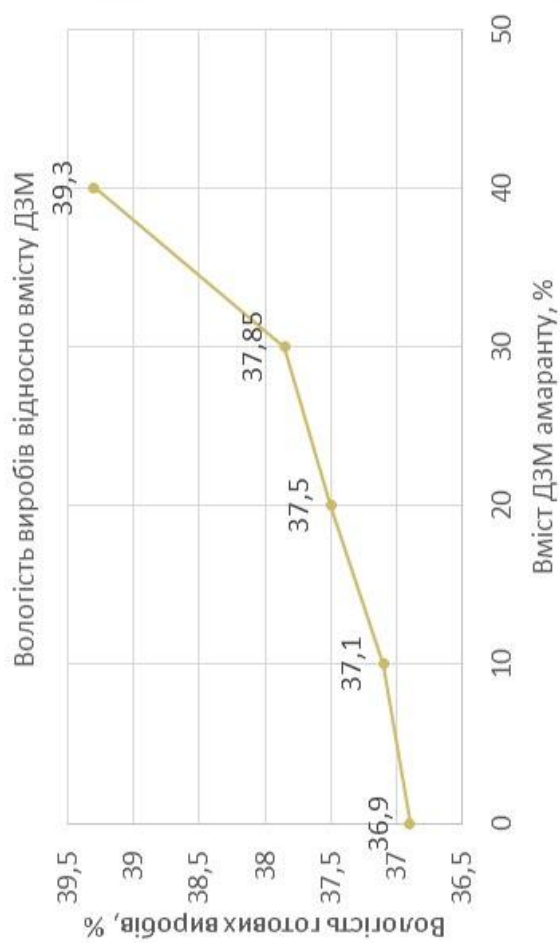
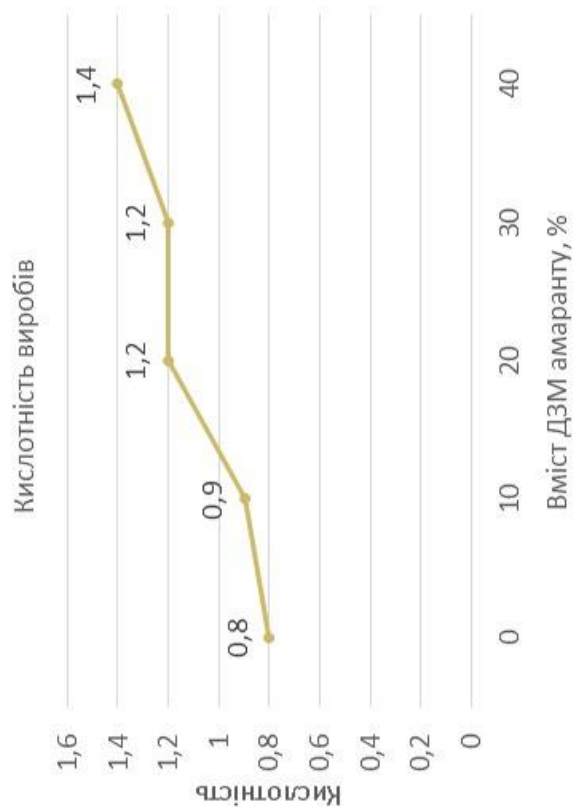


Графік залежності намокання безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту від його вологості

вологість, %; намокання безглютенового печива, %.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

16



Графік кислотності безглютенового печива з біологічно активним зерном амаранту.

Графік вологості безглютенового печива відносно вмісту біологічно активованого зерна амаранту

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

Стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП Дніпровського державного аграрно-економічного університету є задовільним, але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищення безпечності роботи працівників та студентів при проведенні лабораторних занять та експериментальних досліджень.

Розроблено інструкції з охорони праці при роботі з електродуховою шафою, проведені розрахунки вентиляційної системи штучного типу для поліпшення мікроклімату в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАЕУ. Згідно проведених розрахунків було вибрано радіальний вентилятор ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5 продуктивністю 680 м<sup>3</sup>/год, отже може використовуватись в звичайних та надзвичайних умовах роботи системи вентиляції.

Проведено аналіз стану охорони праці в науково-виробничій лабораторії, рекомендовано необхідні заходи для її покращення.

## КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	204,60
Заробітна плата	759,00
Нарахування на заробітну плату	166,98
Електроенергія	388,88
Амортизація	235,08
Накладні витрати	607,20
<b>Всього</b>	<b>2361,74</b>

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 759 грн та 607,20 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3070,26 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Проаналізовано властивості безглютенового тіста (вологість тіста та готових виробів, органолептичні показники якості, упік, консистенція, намочуваність печива та його кислотність).
2. Розроблено рецептуру безглютенове печиво з біологічно активованим зерном амаранту, що містить достатню для дорослого людського організму кількість білків і вуглеводів, харчових волокон незначна кількість жиру, багатий мінеральний і вітамінний склад.
3. Розроблено технологічну та апаратурно-технологічну схему виробництва безглютенового печива з біологічно активованим зерном амаранту.
4. Досліджено Стан охорони праці в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП Дніпровського державного аграрно-економічного університету в результаті чого можна зробити висновок, що стан охорони праці є задовільним, але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищення безпеки виробництва.
5. Розроблено інструкції з охорони праці при роботі з електродуховою шафою, проведені розрахунки вентиляційної системи штучного типу для поліпшення мікроклімату в науково-виробничій лабораторії кафедри ТЗПСГП ДДАБУ. Згідно проведених розрахунків було вибрано радіальний вентилятор ВЦ 4-70 ВЗ № 2,5 продуктивністю 680 м<sup>3</sup>/год, отже може використовуватись в звичайних та надзвичайних умовах роботи системи вентиляції.
6. Проведено розрахунок кошторису експериментального дослідження.

Дякую за увагу!