

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології виробництва
безглютенових бісквітних напівфабрикатів**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-3-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Микола СОЛНЦЕВ

Керівник: _____ Наталія СОВА

Рецензент: _____ Сергій ДАНИЛЕНКО

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Солнцеву Миколі Миколайовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів».
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи: 08 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1) Літературні джерела та періодичні видання. 2) Наукова та науково-технічна документація, що стосується виробництва бісквітних напівфабрикатів. 3) Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1) Огляд літературних джерел. 2) Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3) Експериментальна частина. 4) Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5) Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1) Мета, об'єкт та предмет досліджень. 2) Основні задачі кваліфікаційної роботи. 3) Оздоровчі властивості рисового та нутового борошна 4) Рецептурні співвідношення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів. 5) Зовнішній вигляд дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів. 6) Органолептичні показники якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів. 7) Показники складу та якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів. 8) Структурна схема виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів. 9) Кошторис витрат на проведення досліджень. 10) Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 5	доцентка СОВА Наталія	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання: «09» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11–10.11.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	13.11–24.11.23	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	27.11–28.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	29.11–04.12.23	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	05.12–07.12.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	05.12–07.12.23	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	07.12–08.12.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	07.12–08.12.23	виконано

Здобувач вищої освіти _____ **Микола СОЛНЦЕВ**
(підпис)

Керівниця роботи _____ **Наталія СОВА**
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів».

Кваліфікаційна робота магістра: 83 сторінки друкованого тексту, 11 рисунків та ілюстрацій, 26 таблиць, 59 літературних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів.

Метою роботи є розроблення рецептури безглютенових бісквітних напівфабрикатів для розширення асортименту борошняних кондитерських виробів для групи людей, хворих на целиакію.

Методи дослідження. Органолептичні показники якості, вміст вологи, протеїну, жирів, клітковини, мікро- та макроелементів дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів визначали за стандартними методиками у навчальній лабораторії з харчових технологій ДДАЕУ та лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

Борошняні кондитерські вироби, у тому числі і бісквітні напівфабрикати, користуються величезним попитом серед вітчизняних споживачів. Але вміст глютену у пшеничному борошні, яке є основою рецептури цієї групи товарів, спонукає фахівців харчової промисловості до пошуку альтернативної сировини, яка дасть змогу вживати бісквітні напівфабрикати людям, хворим на целиакію.

У кваліфікаційній роботі наведено асортиментний аналіз бісквітів. Аналітично досліджено переваги рисового і нутового борошна у якості безглютенової сировини у рецептурах харчових продуктів, у тому числі і кондитерських напівфабрикатів. Проведено органолептичний аналіз і дегустаційну оцінку дослідних зразків безглютенових бісквітних напівфабрикатів. Зроблено порівняльний аналіз складу та фізико-хімічних показників якості контрольного та дослідного зразків бісквітних напівфабрикатів, які були обраними кращими за органолептичним аналізом. Розроблено структурну схему виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БОРОШНЯНІ КОНДИТЕРСЬКІ НАПІВФАБРИКАТИ, БІСКВІТНІ НАПІВФАБРИКАТИ, ГЛЮТЕН, ЦЕЛІАКІЯ, РИСОВЕ БОРОШНО, НУТОВЕ БОРОШНО.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Целиакія – сучасний виклик для харчової промисловості	8
1.2 Характеристика рисового борошна як перспективної безглютенової сировини	17
1.3 Характеристика нутового борошна як перспективної безглютенової сировини	23
1.4 Характеристика технологій бісквітних напівфабрикатів оздоровчого призначення	30
Висновки за розділом.....	38
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	40
2.1 Об'єкт та предмет дослідження.....	40
2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі....	40
2.3 Методика виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів	44
2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів	45
Висновки за розділом.....	47
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	48
3.1 Постановка задачі дослідження.....	48
3.2 Асортиментний аналіз бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх виготовлення	49
3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення безглютенових бісквітних напівфабрикатів.....	50
3.4 Визначення органолептичних показників якості бісквітних напівфабрикатів	54

3.5	Визначення показників якості та складу дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів	59
3.6	Структурна схема виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів.....	61
	Висновки за розділом.....	62
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	65
4.1	Розробка картки безпеки праці	65
4.2	Утилізація відходів від виробництва борошняних кондитерських напівфабрикатів.....	65
	Висновки за розділом.....	68
5	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	69
5.1	Організація проведення дослідження.....	69
5.2	Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	71
5.3	Розрахунок вартості дослідження.....	75
	Висновки за розділом.....	75
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	76
	БІБЛІОГРАФІЯ	78

ВСТУП

Кондитерська галузь України виробляє великий асортимент продукції – більше 1000 найменувань. Основні види продукції кондитерських підприємств – це борошняні та цукристі вироби. Основною сировиною для виробництва борошняних кондитерських виробів є пшеничне борошно та цукор, які характеризуються дуже низьким вмістом нутрієнтів у своєму складі, а також не дають змоги вживати дані продукти хворим на целиацію та цукровий діабет. Серед борошняних кондитерських виробів бісквітні напівфабрикати користуються неабияким попитом серед вітчизняних споживачів, при тому різних вікових груп. Більшість тортів кондитери виготовляються саме з бісквітних напівфабрикатів. Тому актуальною є заміна пшеничного борошна на безглютенове, щоб була можливість до вживання бісквітних тортів хворим на целиацію.

У якості безглютенової сировини можна застосувати нутове та рисове борошно, але це потребує детального вивчення їх складу та поводження у технологічному процесі, адже не всі види сировини можна без перешкод застосовувати у технологіях виробництва борошняних кондитерських напівфабрикатів.

Як зазначає Мукоїд Р.М. з колегами: «Найбільш частим генетичним захворюванням являється – целиакія. Хворі на целиацію потребують строго безглютенової дієти. Для хворих на целиацію токсичні білки клейковини пшениці, ячменю, жита. Не токсичні білки кукурудзи, риса, а також гречихи, сорго, люпину і аморанту. Що до зерна вівса, то в різних країнах рекомендації по його вживанню різні. Так, в Фінляндії, Швеції, Норвегії, Англії овес рекомендується для вживання хворим на целиацію. В США це питання обговорюється, а в більшості європейських країн вживання вівса хворим на целиацію не рекомендується. Вченими Італії та Австралії визначено, що реакція на овес залежить від сорту вівса. Клінічні дослідження свідчать, що овес може поліпшити поживність дієти та загальну якість життя. Однак не рекомендують його

повсюдно тільки через те, що його зерно може забруднюватись зернами інших культур і тому неможливо гарантувати «чистоту» вівса при вирощуванні, зберіганні, розмелюванні.» [1].

Виходячи з вищесказаного, можна висунути гіпотезу щодо використання рисового і нутового борошна у якості безглютенової сировини для борошняних кондитерських виробів, у тому числі і бісквітних напівфабрикатів. Тема кваліфікаційної роботи, на нашу думку, є актуальною, тому що перспективним на сьогодні є виготовлення борошняної кондитерської продукції, орієнтованої на кінцевого споживача, хворого на целиакію.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Целиакія – сучасний виклик для харчової промисловості

Як зазначає Хижняк О.О. із колегами: «Целиакія – хронічне полісиндромне, аутоімунне, генетично детерміноване захворювання, що характеризується стійкою непереносимістю глютену зі структурно-функціональними змінами слизової оболонки тонкої кишки, порушенням процесів мембранного травлення та всмоктування поживних речовин у генетично схильних дітей та дорослих.» [2].

У 1887 році Семюелем Гі було вперше описано класичну картину целиакії як хвороби і відповідно надано їй назву. Однак, прогрес у розумінні хвороби гальмувався нездатністю розпізнати аутоантиген, відповідальний за імунну активацію, що спричиняє пошкодження тонкої кишки та мальабсорбцію.

Лише в 1940-х роках голландський педіатр Віллем Карел Дікке та його колеги встановили, що вживання пшениці спричиняє імунопатологію, що призводить до мальабсорбції. Дікке помітив, що дефіцит хліба, широко розповсюджений по всій Європі на початку 1940-х років через Другу світову війну, призвів до значного падіння рівня смертності серед дітей, хворих на целиакію, з приблизно 35 % до практично нульового рівня.

Смертність знову зросла, коли пшениця стала доступною в післявоєнний період. З того часу відбувся значний прогрес у розумінні целиакії, не в останню чергу через імунологічні досягнення, які з'ясували основні механізми, що призводять до атрофії ворсинок кишківника [3].

Наразі поширеність целиакії складає приблизно 1 % (1:100–1:500 осіб) серед населення планети. Однак кількість хворих може сильно коливатися залежно від статевого, вікового складу населення, також від рівня достатку у кожному окремому регіоні. Виявлено, що жінкам у 2,5 рази частіше ставлять діагноз целиакія. Щодо вікового розподілу, то целиакія частіше зустрічається в дитячому і підлітковому віці, ніж у дорослому. Поширеність хвороби серед дорослих зі збільшенням віку падає приблизно на 5 % [3–7].

Целиакія може виникнути в будь-якому віці із різноманітними проявами, від тяжкої форми до безсимптомної, що виявляється лише при детальному діагностуванні. Однак вчені виділяють декілька факторів, які впливають на ризик розвитку хвороби.

Перш за все, виявлено, що целиакія виникає внаслідок дієтичного впливу глютену у генетично схильних осіб. Тобто, першим фактором розвитку хвороби є генетичний. Понад 95 % пацієнтів з целиакією є носіями людського лейкоцитарного антигену (HLA)-DQ2 або гетеродимеру HLA-DQ8, який відіграє ключову роль у реакції організму на дезаміновані пептиди глютену. За даними численних досліджень наявність специфічних генів класу HLA з ймовірністю 40 % призводить до розвитку хвороби [4–7].

Серед наступних факторів виділяють фактори навколишнього середовища і основним для цієї хвороби є глютен. Саме вживання продуктів, що містять глютен призводить до ентеропатії, запалення слизової оболонки, атрофії ворсинок та мальабсорбції. Характерною ознакою патогенезу є адаптивна імунна відповідь, що контролюється глютен-специфічними клітинами, які розпізнають дезаміновані пептиди гліадину, представлені молекулами HLA-DQ2 та HLA-DQ8. Активовані клітини вивільняють цитокіни, які відповідають за пошкодження тканин. Ці клітини також стимулюються до вироблення антитіл до tTg типу 2 (тканинна трансглютаміназа) [5–7]

Також як інші фактори, що впливають на розвиток хвороби, розглядають дієтичні тенденції, засновані на національних рекомендацій з харчування в різних країнах, кишкові інфекції в перші роки життя (аденовірус, вірус гепатиту С, ентеровірус, ротавірус і т.д.) та нижчий економічний статус, а також гірші санітарно-гігієнічні умови життя [5–7].

У цілому, розвиток целиакії відбувається за складної взаємодії організму людини, вживанням глютенівмісних продуктів та багатьма іншими факторами навколишнього середовища [5].

Доведено, що жодним чином не можна точно передбачити розвиток хвороби і якось запобігти їй, однак рання діагностика та лікування наразі є

єдиним способом досягти вторинної профілактики, зупинивши прогресування хвороби та появу симптомів.

Існує два підходи до досягнення цієї мети – скринінг або виявлення випадків. Більшість національних та міжнародних настанов з целиакії рекомендують проводити скринінг у групах високого ризику. Виділення саме цих груп засноване на високому рівні доказовості подальшого захворювання і наявності цих факторів у пацієнтів. До людей, яким показано проведення скринінгу належать:

- родичі першої лінії спорідненості хворих на целиакію;
- дорослі пацієнти з проявами, які можуть бути зумовлені ураженням стінок тонкого кишківника або згідно лабораторних досліджень мають мальабсорбцію;
- пацієнти, які мають встановлений діагноз цукрового діабету 1 типу;
- пацієнти, що мають підвищену активність трансміназ у сироватці крові, причину якої не з'ясовано [5, 8].

Загалом целиакія відповідає критеріям ВООЗ для масового скринінгу, оскільки вона є важливою проблемою охорони здоров'я. Крім того, проводять дослідницькі проєкти з масового скринінгу целиакії в Європі та США, що показують позитивне вставлення до нього населення. Також необхідно враховувати, що існують безсимтомні прояви целиакії і латентний ранній перебіг хвороби, які за вчасного діагностування дають можливість провести якісніше лікування і не допустити атрофії ворсинок кишківника. Тому загалом проведення масового скринінгу є доцільним [5, 7].

Активне виявлення випадків відносять до низькопорогового серологічного тестування з подальшою підтверджувальною біопсією для серопозитивних випадків. Таке тестування пацієнтів з різними симптомами, пов'язаними з целиакією, призвело до ранньої діагностики великої кількості пацієнтів з целиакією. Однак ця стратегія не дозволяє виявити всіх пацієнтів серологічним методом у загальній популяції [5].

Важливим для якісного діагностування осіб не з груп ризику є розуміння симптоматики хвороби. Для целиакії характерні абдомінальні (кишкові) та некишкові симптоми. До кишкових належать: біль у животі, синдром подразненого кишківника, діарея, закрепи та симптоми мальабсорбції (зниження маси тіла, гіпотрофія, блідість шкіри рецидивуючі ерозії слизової рота, глосит, стоматит). До некишкових, які наразі преважають над кишковими, належать: гепетиформний дерматит (10 % хворих дорослого віку), синдром хронічної втоми, анемія, гіпоплазія емалі, периферична нейропатія, артрит, акне, екзема, депресія, м'язова слабкість, болі у суглобах ламкість нігтів [5, 7].

З часом найпоширеніша клінічна картина целиакії змістилася від симптомів мальабсорбції в дитячому віці до більш м'яких поліорганных проявів, які присутні як у дитячому, так і в дорослому віці, що відображає системний характер захворювання. Абдомінальні симптоми все ще поширені, але пацієнти часто відчують лише легкі симптоми, включаючи рідкі випорожнення, дискомфорт у животі або метеоризм, або навіть можуть не мати шлунково-кишкових проблем взагалі.

Через таку різноманітну картину та недостатню обізнаність медичних працівників, затримки в діагностиці можуть сягати до 10 років у багатьох країнах. У країнах з обмеженими ресурсами ця затримка може бути значно довшою. Крім того, целиакія може протікати безсимптомно, і в цьому випадку пацієнтів можна виявити лише за допомогою активного скринінгу в групах ризику.

Поєднання серологічного тестування на целиакію та визначення морфології слизової оболонки тонкої кишки є основою для діагностики целиакії. При підозрі на целиакію проводяться різні серологічні тести, включаючи EmAs та TG2-Ab, можуть допомогти в діагностиці при відборі пацієнтів для проведення ендоскопії, під час якої проводиться діагностична біопсія дванадцятипалої кишки. Тести EmAs і TG2-Ab мають відмінну чутливість (90–100 %) і майже 100 % специфічність для виявлення целиакії.

Нещодавно розроблені тести, які використовують дезаміновані пептиди гліадину (DGP) як антиген для виявлення DGP-специфічних антитіл; ці тести можуть розпізнати деяких пацієнтів з целиакією, які не виявляються за допомогою загальноприйнятих тестів EmA та TG2-Ab. Однак тести на DGP-антитіла ще не набули широкого застосування в клінічній практиці.

Однак, приблизно 10 % пацієнтів з целиакією є серонегативними і, таким чином, не можуть бути ідентифіковані жодним з існуючих серологічних методів. У серонегативних випадках діагноз ґрунтується на виявленні пошкодження слизової оболонки тонкого кишківника, яка, подібно до симптомів, реагує на безглютенові дієти.

У осіб, які є серопозитивними на специфічні для целиакії аутоантитіла, або коли клінічна підозра на целиакію є високою через виражені симптоми, проводяться подальші діагностичні процедури. Історично діагноз целиакії ґрунтується на виявленні атрофії слизової оболонки тонкої кишки, ворсинчастої атрофії слизової оболонки тонкої кишки, інтраепітеліального лімфоцитозу та гіперплазії крипт у біопсійних зразках, отриманих при гастроскопії. Однак, існує ряд проблем у методі діагностики на основі біопсії. По-перше, подібна атрофія ворсинок може виникати при лікуванні певними медикаментами, під час вірусних та бактеріальних інфекцій, а також як наслідок аутоімунної ентеропатії. Сама по собі ворсинчата атрофія не є специфічною ознакою для целиакії.

По-друге, в контексті целиакії атрофія ворсинок є кінцевою стадією поступового руйнування ворсинок кишечника і може розвиватися роками або навіть десятиліттями. Однак пацієнти можуть відчувати різні симптоми ще до розвитку явного ураження тонкої кишки. Такий стан з позитивними сироватковими специфічними антитілами до целиакії, але нормальною морфологією слизової оболонки тонкої кишки часто називають потенційною целиакією.

По-третє, пошкодження слизової оболонки при целиакії може бути плямистим і, таким чином, виявлятися лише в певних ділянках тонкого кишківника.

Незалежно від місця біопсії, інтерпретація гістології слизової оболонки повинна проводитися з високоякісних, добре орієнтованих і правильно вирізаних зразків, щоб уникнути неправильної класифікації та помилкового діагнозу.

У діагностично складних випадках, таких як серонегативні пацієнти або пацієнти з пограничним ураженням ворсинок, необхідні додаткові нетрадиційні інструменти для достовірної ідентифікації пацієнтів з целиакією. HLA-типування корисне для виключення целиакії, оскільки це захворювання малоімовірне в осіб, які не є носіями HLA-DQ2 або HLA-DQ8.

Кількісне визначення запальних клітин у слизовій оболонці тонкої кишки також може надати корисну інформацію для діагностичного обстеження [5].

Основою лікування целиакії залишається довічне суворе дотримання безглютенової дієти. Безглютенова дієта є задокументованим методом лікування целиакії з часів Другої світової війни. Вона залишається одним з небагатьох причинно-наслідкових методів лікування в медицині. Покращення та зникнення симптомів, як правило, відбувається протягом декількох днів або тижнів, і часто передують нормалізації серологічних маркерів та атрофії ворсинок дванадцятипалої кишки. Незважаючи на свою ефективність у досягненні нормалізації цих параметрів у більшості пацієнтів, безглютенова дієта має численні труднощі. Безглютенові замінники є значно дорожчі за свої глютенівмісні аналоги. Пацієнти з низькими доходами можуть мати особливо високий ризик недотримання цієї дієти. Якість інформації щодо безглютенового статусу харчових інгредієнтів в онлайн-ресурсах є різною, що може призвести до плутанини серед пацієнтів. Потенційний вплив глютену під час подорожей або харчування в ресторанах може становити небезпеку та є джерелом занепокоєння. Соціальний тиск, особливо в підлітковому віці, також може бути перешкодою для суворого дотримання дієти. Невизначеність щодо наявності глютену в незначних кількостях у ліках та харчових добавках також викликає занепокоєння [3–5, 7].

Термін «безглютенова дієта» використовується для позначення дієти, позбавленої шкідливих пептидів глютену; на практиці це означає відмову від усіх продуктів на основі або з вмістом пшениці, жита, ячменю та всіх схрещених

сортів цих злаків. Примітивні сорти пшениці можуть бути менш токсичними для пацієнтів з целиакією, але це не було переконливо доведено в належних дослідженнях. Оскільки пшениця є основою більшості зернових продуктів, включаючи хліб, макарони, борошняні кондитерські вироби та багатьох закусок, а також часто використовується в кулінарії як загусник для соусів і підлив, то повна відмова від глютенівмісних зернових є дуже складною.

Хоча сувора безглютенна дієта є життєво важливою для пацієнтів на целиакію, дослідження показують, що поживний склад такої дієти може бути не ідеальним. Таким чином, безглютенна дієта завжди повинна мати медичне обґрунтування. Така дієта часто асоціюється з підвищеним споживанням вуглеводів і зниженим споживанням клітковини та мінеральних речовин, що може нести ризик розвитку деяких захворювань, наприклад серцево-судинної системи.

Законодавство щодо безглютенних продуктів базується на Кодексі Аліментаріус ВООЗ. На основі цих керівних принципів Європейська комісія у 2012 році та Управління з продовольства і медикаментів США у 2013 році видали нормативні акти, що визначають харчові продукти з маркуванням «без глютену» як такі, що містять менше 20 частин на мільйон (ppm) глютену (що дорівнює 20 мг на кг продукту) при вимірюванні за допомогою затвердженої системи тестування.

Попередні рандомізовані та довгострокові дослідження показують, що безглютенні продукти з невеликою кількістю залишкового глютену є безпечними і добре переносяться більшістю пацієнтів. На противагу цьому, в Австралії та Новій Зеландії діють суворіші правила, які повністю забороняють наявність глютену в безглютенних продуктах.

Щоб відповідати вимогам нормативних документів щодо безглютенних продуктів і для забезпечення точного маркування харчових продуктів, в даний час офіційним золотим стандартом для визначення глютену є метод R5 ELISA (Mendez). Аналіз розпізнає пентапептид (QQPFP) та гомологічні послідовності, що повторюються в проламаінах пшениці, жита та ячменю. Однак, тест має ряд

важливих обмежень, оскільки він не може виявити забруднення ячменю в продуктах з вівса, високомолекулярні глютеніни пшениці та гідролізовані пептиди глютену. Таким чином, більш точні тести для виявлення забруднення глютену у харчових продуктах наразі перебувають на стадії розробки.

При целиакії дотримання дієти є необхідне для загоєння слизової оболонки тонкого кишківника та полегшення симптомів. Дотримання безглютенової дієти залежить від високого рівня знань та мотивації пацієнтів.

Хоча зараз доступний цілий ряд якісних продуктів, багато людей вважають безглютенову дієту менш смачною, ніж звичайну дієту. Безглютенові продукти також часто дорожчі та неадекватно марковані, що перешкоджає суворому дотриманню дієти протягом усього життя і призводить до збоїв у харчуванні. У зв'язку з цим, значна частина пацієнтів з целиакією повідомляють про регулярні порушення дієти, а частка пацієнтів, які повідомляють про дотримання суворої дієти, коливається в діапазоні від 42 до 96 %.

Крім того, пацієнти без симптомів можуть бути більш схильні до епізодичного вживання глютену.

Цікаво, що деякі дослідження показують неповну гістологічну нормалізацію слизової оболонки тонкої кишки незважаючи на те, що пацієнти дотримувалися суворої безглютенової дієти, що свідчить про ненавмисне вживання глютену. Таким чином, харчова промисловість та законодавці зобов'язані приділяти особливу увагу на забезпечення чистоти безглютенових продуктів. Крім того, пацієнтам рекомендується бути обережними з вибором харчових продуктів та уникати всіх джерел можливого забруднення глютену. Щоб досягти цього, знання необхідні всім особам, які беруть участь у приготуванні безглютенової кухні, включаючи членів сім'ї без целиакії, а також кухарів і працівників громадського харчування в ресторанах, школах та робочих місцях. Загалом, зважаючи на виклики, пов'язані з безглютеновою дієтою, значна частина пацієнтів з целиакією стверджують, що вони хотіли б приймати ліки, вакцину або імунотерапію замість того, щоб дотримуватися безглютенової дієти [5].

Пацієнти з вперше діагностованою целиакією повинні бути направлені до експерта-дієтолога, оскільки безглютенова дієта вимагає знань не тільки про приховані джерела глютену, але й про здорові безглютенові замітники зерна, які забезпечують достатню кількість клітковини та поживних речовин. Після встановлення діагнозу, пацієнти повинні пройти тестування на дефіцит мікроелементів, включаючи залізо, фолієву кислоту, вітамін В₁₂ та вітамін D. З огляду на підвищений ризик остеопорозу та переломів у пацієнтів з целиакією, рекомендації видані Британським товариством гастроентерологів рекомендують вимірювати мінеральну щільність кісткової тканини через 1 рік безглютенової дієти у пацієнтів старше 55 років або у тих, хто має додаткові фактори ризику остеопорозу.

Після періоду встановлення первинного діагнозу пацієнти повинні регулярно спостерігатися для оцінки симптомів та контролю за дотриманням безглютенової дієти. Згідно з усіма настановами, клінічне та дієтичне обстеження та серологічне тестування рекомендується проводити щорічно або двічі на рік. Позитивний результат тестування на антитіла в сироватці крові при подальшому спостереженні часто вказує на погане дотримання дієти та ураження слизової оболонки тонкого кишечника, що досі триває; однак, негативний результат на антитіла під час безглютенової дієти не завжди означає адекватне гістологічне відновлення.

Хоча повторна біопсія під час безглютенової дієти наразі є єдиним надійним інструментом для демонстрації загоєння слизової оболонки тонкої кишки, немає єдиної думки щодо рутинного використання біопсії у дорослих, а у дітей повторна біопсія не проводиться. Крім того, інтерпретація зразків біопсії тонкої кишки є складним завданням, як обговорювалося вище. У дітей демонстрація клінічної та серологічної реакції є достатньою, разом з постійним моніторингом росту та розвитку. Крім того, подальше спостереження повинно гарантувати, що можливий дефіцит поживних речовин, наявних на момент встановлення діагнозу целиакиї, були скориговані [4, 5].

Зв'язок між целиакією та підвищеною смертністю добре задокументований, і кілька досліджень показали підвищений ризик смертності, який знижується з часом після встановлення діагнозу целиакиї. Популяційне дослідження, проведене у Швеції, яке вивчало причинно-наслідкові зв'язки смертності виявило, що пацієнти з целиакією мають підвищений ризик смерті від серцево-судинних захворювань, легеневих захворювань та раку. Ризик смертності, пов'язаний з недіагностованою целиакією, залишається невизначеним.

Незважаючи на недостатню кількість даних, можна зробити висновок, що целиакия, особливо симптоматична, але нелікована, пов'язана з помірно підвищеним ризиком смертності [4].

Проаналізувавши дані, наведені у цьому підрозділі слід зазначити, що найефективнішим відомим на сьогодні способом лікування целиакиї є безглютенова дієта, тому пошук альтернативної безглютенової сировини на сьогодні є дуже важливим.

1.2 Характеристика рисового борошна як перспективної безглютенової сировини

Багато уваги наразі приділяється рисовому борошну, а особливо його використанню в технології безглютенових продуктів, оскільки воно має гарні технологічні властивості та високу поживну цінність.

Відмінною особливістю рисового борошна є низький вміст білка (приблизно 6 %), однак він має високу біологічну цінність у порівнянні з іншими злаковими. Він має гарну засвоюваність (майже 96 %), а також добре збалансований за амінокислотним складом. Рисове борошно багате на макро- та мікроелементи (Na, K, Mg, P, Cr, Zn, Fe, Ca), а також є джерелом вітамінів (B₁, B₂, B₇, PP, E).

Особливістю вуглеводного складу рисового борошна є високий вміст крохмалю (приблизно 80 %). Гранули рисового крохмалю мають багатокутну

форму і незначний розмір (3–8 мкм). Це дозволяє збільшити питому поверхню контакту гранул з водою, що призводить до високої водопоглинальної здатності.

Рисове борошно, через видалення під час його виробництва зародку та оболонки, має низький вміст органічних кислот, про це свідчить значення його активної кислотності рН (5,65–5,7 од. приладу). Загальна ж кислотність рисового борошна становить 2,2 град [9, 10]. Рисове борошно виробляють з цілих або подрібнених зерен коричневого або білого рису. Залежно від конкретного кінцевого використання, для виробництва борошна використовують як воскоподібний, так і невоскоподібний рис. Наразі існує декілька різних способів виробництва рисового борошна, хоча загалом вони полягають у видаленні лушпиння рису та отриманні сирого рису, який потім подрібнюють до борошна.

Сухий помел є простим і зрозумілим. Рисові зерна перемелюють на сухе борошно, вологість якого становить близько 10 %, без будь-якої попередньої обробки. Рисове борошно сухого помелу має певні пошкодження крохмалю, оскільки під час помелу виділяється значна кількість тепла. При мокрому помелі рис спочатку замочують у воді на тривалий час, щоб його внутрішня структура краще підготувалася до подальшого помелу. Рисове борошно мокрого помелу зазвичай має кращу текстуру і дрібніші частинки з меншим розподілом за розміром та з меншою кількістю пошкодженого крохмалю, ніж борошно сухого помелу. Однак питоме споживання енергії стає вищим через фінішну сушку, а для попередньої обробки потрібне додаткове обладнання. Крім того, деякі водорозчинні компоненти втрачаються на стадії замочування, тому необхідне очищення стічних вод. При напівмокрому помелі на рисові зерна розпилюється вода протягом коротшого періоду часу, ніж при мокрому помелі. Середній розмір рисового борошна, що комерційно виробляється вальцьовими млинами, коливається в (125–177 мкм). Однак останнім часом привертає увагу ультратонкий рисовий порошок, і використання рисового борошна досліджується у багатьох нових продуктах.

На характеристики та якість рисового борошна впливає багато факторів, таких як сорт рису, метод попередньої обробки, метод помелу та обладнання, а

також розподіл частинок за розміром. Зараз загально визнано, що гранулометричний склад і ступінь пошкодження крохмалю є двома ключовими факторами, що впливають на фізико-хімічні властивості рисового борошна і, в свою чергу, на придатність борошна для конкретного використання. Тип млинового обладнання суттєво впливає на фізичні та функціональні властивості рисового борошна.

Молотковий млин складається з високошвидкісного ротора і міцного перфорованого сита. Вихідний матеріал вводиться в корпус, і ротор, який має кілька рівномірно розташованих молотків на його периферії, розбиває матеріал до тих пір, поки він не стане достатньо дрібним, щоб пройти через сито в нижній частині корпусу обладнання. Вальцьовий млин є основним обладнанням для промислового мокрого помелу рисового борошна. У вальцьовому млині пара горизонтальних сталевих вальців обертається назустріч один одному, втягує вихідний матеріал у вузький зазор між ними і подрібнює його в порошок за рахунок стиснення та зсуву. Поверхні валків можуть бути гладкими або рифленими, а швидкість обертання двох валків може бути різною. Штифтовий млин складається з двох дисків, на кожному з яких закріплені концентричні ряди металевих штифтів, кілочків або зубців таких радіусів, що ряди одного диска поперемінно входять в ряди іншого диска. Один диск обертається, а інший або нерухомий, або також обертається. Матеріал подається в осьовому напрямку, проходить в радіальному напрямку і подрібнюється за рахунок ударів і стирання. Струминний млин створює надзвуковий повітряний потік шляхом вдування повітря під тиском, що подається компресором через надзвукове сопло. Частинки зерна, які впорскуються в повітряний струмінь, прискорюються і подрібнюються при зіткненні з ударною плитою, а також з іншими частинками. Подрібнені частинки направляються в класифікатор, де дрібні частинки відокремлюються від великих і пневматично направляються в циклон та вловлюються ним. Великі частинки повертаються до струминного млина з класифікатора і знову подрібнюються до тих пір, поки вони не будуть подрібнені до розміру, достатнього для того, щоб їх можна було відокремити за допомогою

класифікатора. Струминні млини мають низьку енергоефективність порівняно з іншими млинами, але потік повітря зводить до мінімуму виділення тепла під час помелу та усуває термічну деградацію крохмалю у виробленому рисовому борошні.

Наразі поширеними є роликові млини. Принцип їхньої роботи полягає у пропусканні зернового матеріалу через парні набори рифлених роликів. Після проходження однієї пари подрібнений рис просіюють, щоб відділити оболонки від крохмалистого ендосперму. Завдяки цим млинам отримують високоякісне супер-дрібне рисове борошно з гарною водопоглинаючою здатністю [11, 12].

Загалом продукти отримані з рису, зокрема рисове борошно, мають цілий ряд переваг: гіпоалергенність, легкозасвоювані вуглеводи, повноцінний амінокислотний склад, а також попереджують синерезис. Саме тому рисове борошно широко використовують як інгредієнт у багатьох харчових продуктах, включаючи напої, м'ясні продукти, пудинги, заправки для салатів. Воно стало поширеною заміною пшеничного борошна у безглютенових продуктах (макаронні, кондитерські вироби, хліб). Органічне рисове борошно також стало популярною сировиною для багатьох продуктів здорового харчування.

Варіації властивостей рисового борошна мають значний вплив на загальну якість продукту. Висока здатність борошна поглинати воду необхідна для переробки продуктів з м'якою та гладкою текстурою. Висока в'язкість рисового борошна може бути належним чином використана в продуктах з високою в'язкістю як загущувач. Наявність низької температури желатинізації сприяє повній желатинізації при варінні або пропарюванні рисового борошна. Термічні властивості рисового борошна пов'язані з наявністю кристалічності. Різні значення клейстеризації, термічних і функціональних властивостей рисового борошна залежать від його хімічного складу (наприклад, вмісту амілози вміст ліпідів, білків). Привабливий колір пігментованого рисового борошна сприяє підвищенню користі для здоров'я, наприклад, зменшенню та запобіганню ризику хронічних захворювань через вміст поліфенольних сполук. Крім того, колір є

одним з важливих факторів, який впливає на прийняття споживачем рішення про покупку [9, 11, 13].

Також рисове борошно є перспективною сировиною для виробництва біорозкладних плівок. Отримання їстівних плівок з рисового борошна є новою альтернативою використання цієї сировини, яка іноді набагато дешевша, ніж комерційні крохмалі, які зазвичай використовувалися для цієї технології, оскільки це борошно можна виготовляти з битого рису [14].

У таблицях 1.1–1.4 наведено склад рисового борошна, у т.ч. мікро- та макроелементний, вітамінний та амінокислотний.

Таблиця 1.1 – Склад рисового борошна

Назва компоненту у рисовому борошні	Вміст			
	[15]	[13]	[16]	[17]
Масова частка, %:				
вологи	14,0	5,47±0,05		9,44±0,76
білків	7,4	6,51±0,15	7,87±0,26	6,98±0,07
жирів	2,6	1,30±0,23	0,74±0,02	1,20±0,68
вуглеводів	56,1	85,58±0,42	74,84±0,79	79,2±2,08
клітковини	9,0	0,81±0,34	0,83±0,05	1,13±0,16
золи	3,9	0,47±0,09	0,64±0,05	1,96±0,11

Таблиця 1.2 – Вміст мікро-та макроелементів у рисовому борошні

Назва компоненту у рисовому борошні	Вміст	
	[15]	[16]
Вміст мікроелементів, мг/100 г:		
Ферум	2,1	7,17
Купрум		0,12
Манган		0,13
Цинк		38,64
Вміст макроелементів, мг/100 г:		
Фосфор	328,0	91,74
Калій	314,0	130,35
Кальцій	40,0	1,63
Магній	116,0	50,93
Натрій	30,0	
Сульфур		32,63

Таблиця 1.3 – Вміст вітамінів у рисовому борошні, мг/100 г

Назва компоненту у рисовому борошні	Вміст	
	[15]	[17]
B ₁	0,14	0,23±0,02
B ₂	0,02	
B ₃		7,66±0,14
B ₄	5,80	
B ₅	0,82	
B ₆	0,44	0,76±0,08
B ₉	0,01	
E	0,11	
PP	2,59	

Таблиця 1.4 – Вміст амінокислот у рисовому борошні, %

Назва компоненту у рисовому борошні	Вміст	
	[15]	[17]
ізолейцин	4,60	0,14±0,02
лейцин	8,00	0,70±0,03
метіонін	2,90	0,10±0,01
фенілаланін	5,20	0,33±0,01
тирозин		0,30±0,01
треонін	3,50	0,26±0,03
валін	6,50	0,54±0,05
лізін	3,50	0,33±0,02
гістидин		0,22±0,02
аланін		0,75±0,09
аспарагінова кислота		0,73±0,03
глутамінова кислота		0,96±0,03
гліцин		0,56±0,08
пролін		0,33±0,01
серин		0,40±0,02
триптофан		

Окрім наведених у таблицях складових компонентів рисове борошно містить у своєму складі фітинову кислоту (1,32±0,07 г/100 г), фенольні речовини

(70,3±8,31 мг/100 г), α -токоферол (0,93±0,18 мг/100 г), γ -оризанол (66,0±5,93 мг/100 г) [17].

Аналізуючи таблиці 1.1–1.4 слід відзначити цінний склад рисового борошна, що позиціонує його як сировину для харчових продуктів оздоровчого призначення.

1.3 Характеристика нутового борошна як перспективної безглютенової сировини

Бобові є важливими культурами, які вирощують у всьому світі через їхню поживну цінність. Вони відіграють важливу роль у харчуванні людини, особливо в раціоні харчування людей з низьким рівнем доходу в країнах, що розвиваються, та слаборозвинених країнах. Бобові – хороші джерела білка, вуглеводів, мінералів та вітамінів. Зернобобові характеризуються високим вмістом харчових волокон, олігосахаридів, крохмалю, що повільно перетравлюється, та стійкого крохмалю; таким чином, вони вважаються продуктами з низьким глікемічним індексом. Бобові містять переважно мононенасичені жирні кислоти, поліненасичені жирні кислоти та рослинні стероли. Крім того, бобові містять деякі біологічно активні сполуки, що робить їх важливим харчовим продуктом для здоров'я людини. Вживання бобових пов'язане зі зниженням ризику ішемічної хвороби серця, цукрового діабету, надмірної ваги та ожиріння, а також деяких видів раку.

Нут – це третя за важливістю зернова бобова культура у світі після квасолі та гороху. Боби нуту під час зберігання можуть втрачати свої поживні речовини, ставати жорсткішими, внаслідок пошкоджень може збільшуватися кількість антипоживних речовин. Тому використання нуту може бути покращено шляхом перетворення його на борошно. Борошно з нуту є важливим борошно з бобових культур за економічним значенням і ключовим джерелом вуглеводів і білків в раціоні людей, особливо в Індії, Пакистані, Афганістані та Туреччині. При змішуванні з рівною пропорцією води його можна використовувати як замітник яєць у веганській кулінарії через високий вміст білка. Чіла, млинці, приготовані з борошняного тіста, є популярним вуличним фаст-фудом у Індії [18–20].

Нутове борошно має високу поживну цінність. За вмістом білка (24,4–25,4 %) воно вдвічі перевищує пшеничне борошно (9,3–14,3 %). Відомо, що нутове борошно багате на лізин (0,77 мг/г) і лейцин (0,47 мг/г), але обмежене сірковмісними амінокислотами – переважно метіоніном, триптофаном та цистеїном. Ця властивість робить нутове борошно чудовим підсилювачем якості білка при змішуванні з іншими видами борошна із зернових культур. Борошно з нуту характеризується відносно високим вмістом клітковини (3,9–11,2 %) порівняно з пшеничним борошном (0,9–1,8 %). Його вважають хорошим джерелом жирів (3,7–5,1 %) – переважно лінолевої кислоти як незамінної поліненасичених жирних кислот.

У нутовому борошні міститься велика кількість вітамінів (β -каротин, А, В₁, В₂, В₆, С, Е, РР). Крім того, це борошно є важливим джерелом мінералів у порівнянні з пшеничним борошном, а саме: фосфору, магнію, калію, кальцію та селену. Вважають, що достатнє споживання цих важливих макроелементів потенційно захищає від ожиріння та метаболічних порушень. Використання нутового борошна набуває все більшого значення. Тим не менш, «сторонній смак» зерна вважають одним з вирішальних факторів, який може вплинути на прийнятність харчових продуктів, збагачених нутовим борошном. Замочування та відварювання як способи термічної обробки добре відомі для покращення смаку зерен нуту, збільшення вмісту клітковини та білка, а також видалення сполук, що викликають метеоризм. Однак ці методи можуть впливати на інші поживні речовини [18, 20, 21].

Технологія виробництва борошна з бобових культур, зокрема і з нуту розроблена не так однозначно і детально як технологія виробництва пшеничного борошна.

Перш за все необхідно оцінити якість бобів, які надходять на переробку (з поля або зі сховища). У США спільними для всіх бобових є поділ на 3 класи залежно від вологості і загальної кількості дефектів (пошкодження, загальний вміст сторонніх домішок, контрастність класів), а також максимальні межі для контрастних класів і класів, що змішуються.

Канадська зернова комісія дотримується іншого підходу до класифікації бобових культур. Її параметри якості включають колір насіння, час варіння, характеристики луцення, твердість вареного насіння, масу 100 насінин, вміст білка, розподіл насіння за розмірами, вміст крохмалю та водопоглинання.

Параметрами оцінки якості Міжнародного комітету з якості бобових культур є розмір насіння, вологість, вміст сирого протеїну, клітковини і крохмалю, поглинання води та крохмалю, вихід та ефективність луцення, якість та час приготування, активність інгібітору трипсину, цілісність насінневої оболонки та вміст дубильних речовин.

Комісія Кодексу Аліментаріус класифікує бобові культури від 1 до 4 класу залежно від вмісту вологи, відсутності токсичного насіння, наявності забруднюючих речовин, рівня залишків пестицидів, а також за кількома фізичними характеристиками, такими як чистота, розмір, наявність дефектів, ступінь зрілості, контрастні класи, класи, що змішуються (боби з вмістом понад 15 % домішок, що не відповідають вимогам стандарту), а також здатність до проростання, колір, наявність сторонніх домішок та небажаних матеріалів.

Ряд вищезгаданих параметрів якості безпосередньо пов'язані з продуктивністю помелу. Розмір і вага насінин впливають на параметри налаштувань розмелювальних машин. Різні вимоги до складу зернобобових культур мають важливе значення, якщо борошномельний завод повинен відповідати цільовим специфікаціям борошна, наприклад, вміст білка, якщо борошно підлягає подальшій переробці в концентрований білковий продукт. Жоден з національних чи світових комітетів, що регулюють параметри якості, не встановлює специфікацій щодо розмелювання бобових культур, тому підприємства більше спираються на свій досвід у помелі, ніж на загальноприйнятую технологію.

Компоненти (крохмаль, білок і клітковина) в зернобобових і природа їх структурної організації є основними факторами, що визначають здатність зернобобових до помелу. Наприклад, компоненти та/або структури, які підвищують крихкість, дозволяють легко поширювати руйнування, тим самим

покращуючи подрібнення і часто відокремлення компонентів. Крім того, тип прикладених напружень диктує шляхи руйнування і ступінь пластичної деформації, а також їхній вплив на функціональні характеристики борошна.

Жорсткість волокна, що виходить з оболонки, а також клітинних стінок у сім'ядолях, є загальновизнаною перешкодою для ефективного розмелювання, що змушує вдаватися до більшої кількості етапів розмелювання, щоб отримати однорідне нутове борошно. Білок також був причетний до труднощів зі зменшенням розміру бобових культур.

Відомо, що середній розмір частинок борошна нуту залежить від початкової твердості бобів. Більш тверде насіння перешкоджає розмелюванню, а на твердість впливають різні генотипи та фактори, що визначають фізичні властивості та хімічні складові, зокрема клітковину, лігнін, целюлозу та геміцелюлозу. Тому початкова твердість насіння є важливою змінною, яка впливає на розмел і характеристики отриманого борошна. Вологість бобів є також важливим фактором, який впливає на розмелювання бобових культур.

Характеристики як зернових, так і бобових культур змінюються залежно від генотипових та екологічних факторів. Відмінності між видами нуту пояснюються типом і формою насіння. Легкість видалення насіннєвої оболонки та подрібнення нуту залежить від генотипу. Більше того, наскільки добре той чи інший певний метод обробки зменшує вміст антипоживних сполук в бобових також сильно залежить від поєднання генотипічних факторів та факторів навколишнього середовища.

Після оцінки якості бобів і поділу їх на відповідні класи часто проводиться гідротермічна обробка. Одним з видів обробки є замочування в розчині бікарбонату натрію з подальшим підсушуванням при температурі 50 °C протягом 9–10 годин. Ця процедура впливає на склад харчових волокон, а саме збільшення вмісту геміцелюлози, нейтральної детергентної клітковини, кислої детергентної клітковини та целюлози.

Нут перед помелом також можуть пророщувати, оскільки пророщування призводить до зменшення вмісту антипоживних речовин, збільшує біодоступність

мікроелементів та покращує сенсорні властивості бобових. Після пророщування боби обов'язково просушують. Борошно з нуту підготованого таким чином дозволяє тісту краще замішуватися.

Після гідротермічної обробки бобів проводять його лушення, тобто відділяють насінневі оболонки. Традиційно різні бобові культури піддаються різним методам і технологіям лушення залежно від історії вирощування бобових культур у конкретному географічному регіоні. Основними факторами, що впливають на лушення зернобобових культур включають сорт, розмір і форму насіння, вміст вологи та твердість насіння. Основний механізм, який регулює процес лушення, є природа зв'язку між оболонками і сім'ядолями та його вплив на легкість лушення. Нут відносять до насіння, яке легко лущиться. Після лушення нут надходить на помел, після основного помелу залежно від потреб подрібнені частинки можуть відправити на додаткове подрібнення для отримання частинок меншого розміру.

Подрібнення може найчастіше відбуватися на молоткових та вальцевих млинах.

Зазвичай на ринку доступні такі фракції подрібненого бобового борошна: цільне борошно, клітковина, крохмаль, білкові концентрати та ізоляти.

У процесі помелу відбувається поділ подрібненого борошна на фракції, які можуть йти на різні потреби (дрібна фракція збагачена білком і груба фракція збагачена крохмалем). Фракціонування після розмелювання може бути ефективно використане, якщо розміри частинок вищезгаданих компонентів контролюються. Подрібнення бобів разом з насінневими оболонками ускладнює процес помелу, але в той же час призводить до підвищення вмісту харчових волокон у борошні [22].

Інтерес до споживання борошна бобових зростає, зокрема через їхні функціональні властивості, а саме піноутворення, здатність до емульгування, гелеутворення, поглинання води та олії. На функціональні властивості борошна бобових впливають не тільки білки, але також і пектини, слизи та інші складні

вуглеводи. Тому різні види бобових використовують для приготування різних продуктів [19].

Нутове борошно використовують як доповнення до пшеничного борошна у наступних продуктах: хліб, макаронні вироби, борошняні кондитерські вироби (тістечка, пончики, печиво, кекси), снеки. Також нутове борошно можуть використовувати для приготування заміників м'яса [18–22].

Борошно з бобів нуту також використовують як покриття для картопляних чіпсів, щоб обмежити утворення акриламідів – речовини, яку Міжнародне агентство з вивчення раку вважає «ймовірно канцерогенною для людини» [20].

У таблицях 1.5–1.8 наведено склад нутового борошна, у т.ч. мікро- та макроелементний, вітамінний, аміно- та жирнокислотний.

Таблиця 1.5 – Хімічний склад нутового борошна

Назва компоненту у нутовому борошні	Вміст				
	[23]	[24]	[20]	[25]	[26]
Масова частка, %:					
вологи		8,40±0,50	9,46± 0,05		7,69±0,02
білків	20,00	24,61±1,37	18,90±0,01	24,40–25,40	21,07±0,12
жирів	2,29	4,64±0,36	6,90±1,31	3,70–5,10	5,94±0,03
вуглеводів	58,00	57,78±1,08	59,99±1,71	47,40–55,80	62,60±0,18
клітковини	4,00	1,75±0,36	1,63±0,11	3,90–11,20	6,56±0,69
золи	2,36	2,79±0,19	2,90±0,31	3,20–2,80	2,70±0,60

Таблиця 1.6 – Вміст мікро- та макроелементів у нутовому борошні

Назва компоненту у нутовому борошні	Вміст		
	[23]	[26]	[20]
1	2	3	4
Вміст мікроелементів, мг/100 г:			
Ферум	2,50	6,29±0,00	
Купрум	648,00		
Манган	2,10		
Цинк	2,80	2,55±0,10	
Вміст макроелементів, мг/100 г:			

Продовження табл. 1.6

1	2	3	4
Фосфор	383,00		391,66±36,00
Калій	932,00		1316,66±101,15
Кальцій	246,00	143,25±1,06	
Магній	125,00		139,66±6,65
Натрій	70,00		
Хлор	46,00		

Таблиця 1.7 – Вміст вітамінів у нутовму борошні, мг/100 г

Назва компоненту у нутовому борошні	Вміст
	[23]
B ₁	0,51
B ₂	0,16
B ₆	0,55
E	8,33
A	0,19
PP	2,25
C	3,87

Таблиця 1.8 – Вміст амінокислот у нутовому борошні, %

Назва компоненту у нутовому борошні	Вміст
	[25]
1	2
ізолейцин	4,76
лейцин	7,59
метіонін	1,54
цистеїн	1,36
фенілаланін	5,57
тирозин	3,58
треонін	3,86
валін	5,60
лізин	6,00
гістидин	2,96
аланін	4,88
аргінін	7,82
аспарагінова кислота	11,18
глутамінова кислота	18,05
гліцин	4,30

1	2
пролін	4,68
серин	4,77

Таблиця 1.9 – Вміст жирних кислот у нутовому борошні, %

Назва компоненту у нутовому борошні	Вміст
	[20]
пальмітинова	12,21±0,27
пальмітіолеїнова	0,26±0,04
стеаринова	4,86±0,25
олеїнова	24,20±2,43
лінолева	56,26±2,48
ліноленова	2,31±0,15

Окрім наведених у таблицях складових нутове борошно містить антипоживні фактори: фітинова кислота – 12,1±0,5 мг/г, поліфеноли – 10,8±0,1 мг/г, олігосахариди – 34,9 мг/г, рафіноза – 8,6±0,0 мг/г, стахіоза – 19,1±0,2 мг/г, вербакоза – 7,2±0,0 мг/г [27], фітати – 94,76±0,71 мг/100 г, таніни – 162,82±3,56 мг/100 г [26].

Аналізуючи таблиці 1,5–1,9 слід відзначити цінний склад нутового борошна, що позиціонує його як сировину для харчових продуктів оздоровчого призначення.

1.4 Характеристика технологій бісквітних напівфабрикатів оздоровчого призначення

Значними недоліками традиційних рецептур бісквітних напівфабрикатів є їх висока калорійність, вміст цукру та вуглеводів, і саме головне – бідний вміст нутрієнтів, таких як вітаміни, амінокислоти, жирні кислоти, харчові волокна, мінеральні речовини, тощо. Тому нами вивчено питання щодо сучасних рецептур бісквітних напівфабрикатів, збагачених різними нутрієнтами.

З метою збагачення бісквітних напівфабрикатів різними нутрієнтами та надання готовим виробам оздоровчих властивостей використовують різні види нетрадиційної сировини (овочеві, плодові та ягідні пюре і порошки (журавлини, горобини, дерези звичайної, кабачків, порічки, ожини, чорниці, калини, обліпихи), борошно пшеничне цільозернове, кукурудзяне, ячмінне, просяне, гречане, люпинове, олію рижієву, зародків пшениці, насіння гарбуза, амаранту, плодів шипшини, клітковину яблучну, какао, пшеничну, тощо) – таблиця 1.10.

Таблиця 1.10 – Характеристика рецептур бісквітних напівфабрикатів оздоровчого призначення

Джерело	Назва продукту	Склад	Оздоровчий ефект
1	2	3	4
[28]	Масляний бісквітний напівфабрикат «Феєрія»	Борошно пшеничне вищого сорту, клітковина яблучна, клітковина какао, цукор-пісок, олія зародків пшениці, олія рижієва, яйця курячі, емульгатор	Підвищена поживна цінність завдяки збільшеному вмісту харчових волокон, вітамінів, макроелементів (К, Mg, P, Ca) та мікроелементів (Fe). Співвідношення поліненасичених жирних кислот ($\omega 6:\omega 3$) 8–10:1
[29]	Масляний бісквітний напівфабрикат «Здоров'я»	Борошно пшеничне вищого сорту, клітковина пшенична, клітковина какао, цукор-пісок, олія зародків пшениці, олія рижієва, яйця курячі, емульгатор	Збільшений вміст вітамінів, макро- та мікроелементів, харчових волокон (клітковини), достатній вміст поліненасичених жирних кислот у оптимальному співвідношенні
[30]	Безглютеновий бісквітний напівфабрикат оздоровчого	Гречане борошно, плодові порошки (журавлини або горобини, або дерези	Відсутність глютену дозволяє споживати виріб хворим на целиацію. Підвищена

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
	призначення	звичайної), крохмаль, цукор-пісок, яйця	поживна цінність завдяки вмісту харчових волокон (клітковина, пектини), вітамінів (В ₁ , В ₂ , В ₉ , С, РР, Е, К), мінеральних речовин (Fe, P, Cu, Zn, Se, Mg, Cr, Ca), поліфенольних сполук, каротиноїдів, антоціанів
[31]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор білий кристалічний, яєчний білок, яєчний жовток, порошок з кабачків	Підвищена поживна цінність завдяки покращеному мікроелементному складу
[32]	Бісквітний напівфабрикат «Сонечко»	Борошно пшеничне вищого гатунку, борошно екструдоване кукурудзяне, цукор-пісок, крохмаль, яйця	Збільшена поживна цінність, підвищений вміст білків, харчових волокон, мінеральних речовин і вітамінів
[33]	Бісквітний напівфабрикат для хворих на цукровий діабет	Борошно пшеничне, мальтитол, меланж, ароматизатор	Наявність цукрозамінника дозволяє використовувати напівфабрикат для виготовлення виробів для хворих на цукровий діабет, знижена калорійність
[34]	Бісквітний напівфабрикат оздоровчо-профілактичного призначення	Борошно пшеничне, цукор-пісок, яйця, борошно люпинове	Підвищений вміст незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів (α-токоферол), мінеральних речовин, харчових волокон

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
[35]	Бісквітний напівфабрикат	Меланж, цукор-пісок, какао-порошок, борошно пшеничне вищого сорту, кокосова стружка, сода харчова, порошок зі шкаралупи курячих яєць	Підвищений вміст легкозасвоюваної форми кальцію (30–50 % від денної норми кальцію в 100 г готового виробу)
[36]	Бісквітний напівфабрикат	Меланж, цукор-пісок, какао-порошок, борошно пшеничне вищого сорту, кокосова стружка, сода харчова, порошок зі шкаралупи перепелиних яєць, вода питна	Підвищений вміст легкозасвоюваної форми кальцію (карбонат кальцію)
[37]	Бісквітний напівфабрикат безглютеновий	Борошно екструдоване кукурудзяне, цукор-пісок, меланж	Відсутність глютену дозволяє споживати виріб хворим на целиакію. Покращена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту білків, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон
[38]	Масляний бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне, цукор-пісок, порошок какао, яйця, вершкове масло, олія плодів шипшини або олія зародків пшениці, клітковина пшенична «Вітацель»	Підвищена біологічна цінність завдяки збільшеному вмісту харчових волокон (клітковини) (20 % від добової норми), антиоксидантів, жиророзчинних вітамінів (А, Е), поліненасичених жирних кислот

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
			(пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова)
[39]	Бісквітний напівфабрикат зі шпинатом	Борошно пшеничне вищого сорту, яйця, цукор, сіль, ванільний цукор, шпинат (листя свіже або заморожене), сік лимонний свіжовичавлений	Знижена енергетична цінність, але більш різноманітний і покращений вітамінно-мінеральний комплекс, підвищений вміст рослинного білка, клітковини
[40]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорт, крохмаль картопляний, цукор-пісок, меланж, пюре з журавлини	Підвищена біологічна цінність за рахунок збільшеного вмісту органічних кислот (яблучна, лимонна, хінна, урсолова, бензойна, щавелева, олеанолева, кавова, хлорогенова, бурштинна), флавоноїдів, дубильних речовин, фітонцидів, пектинів, вітамінів (групи В, Е, С, Р), мінеральних речовин (Mg, Ca, K, Fe, P)
[41]	Бісквітний напівфабрикат з екстрактом стевії	Борошно пшеничне, яйця, масло вершкове, цукор-пісок, какао-порошок, екстракт стевії	Знижена калорійність, підвищений вміст біологічно активних речовин (флавоноїди, водорозчинні хлорофіли, ксантофіли, оксикоричні кислоти, олігосахариди, амінокислоти, мінеральні сполуки, вітаміни)
[42]	Бісквітний	Борошно пшеничне	Підвищена біологічна

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
	напівфабрикат з порічкою	вищого ґатунку, крохмаль картопляний, цукор-пісок, меланж, пюре з порічки	цінність, знижена калорійність за рахунок підвищеного вмісту органічних кислот, пектинів, вітамінів (групи В, С, Р, Е), мінеральних речовин (Mg, Ca, K, P, Fe)
[43]	Бісквітний напівфабрикат з кавовим шлагом	Борошно пшеничне, цукор-пісок, меланж, какао-порошок, кавовий шлам	Підвищена біологічна цінність за рахунок підвищеного вмісту органічних кислот (~5%), пектинів (~3%), фенольних речовин (~4%), харчових волокон
[44]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, крохмаль картопляний, меланж, цукор-пісок, борошно просяне, есенція ванільна	Підвищена поживна цінність, підвищений вміст мінералів та вітамінів
[45]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, крохмаль картопляний, меланж, цукор-пісок, борошно ячмінне, есенція ванільна	Підвищена поживна цінність, підвищений вміст цінних білків, слизів, активних ферментів (амілаза, пероксидаза, протеаза), харчових волокон (β -глюкани)
[46]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, крохмаль картопляний, меланж, есенція, порошок з ягід ожини	Підвищена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту біологічно активних речовин, зокрема органічних кислот (ізолимонна, яблучна, винна, саліцилова), поліфенольних сполук,

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
			<p>мінеральних речовин (К, Na, Ca, Mg, P, Fe, Mn, Co), вітамінів (К, Е, С, В₁, В₂, В₅, В₆, В₉), бета-каротину, поліненасичених жирних кислот, пектинових речовин, антиоксидантів</p>
[47]	Бісквітний напівфабрикат	Збагачувальна добавка «Шрот зародків пшениці харчовий», яйця, цукор, есенція, ксампан	<p>Відсутність глютену дозволяє споживати виріб хворим на целиацію. Підвищена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту вітамінів (групи В, Е, РР, каротиноїди), харчових волокон (клітковина, геміцелюлози, лігнін), знижена калорійність</p>
[48]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, цукор-пісок, яйця, бурякові волокна (освітлені або неосвітлені)	<p>Знижена енергетична цінність, підвищена поживна цінність завдяки збільшеному вмісту харчових волокон (геміцелюлози, клітковина, пектини)</p>
[49]	Бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого сорту, крохмаль картопляний, цукор-пісок, меланж, есенція, порошок чорниці	<p>Збільшений вміст біологічно активних речовин (білкові речовини, пектинові речовини, ненасичені жирні кислоти (лінолева, олеїнова, ліноленова), мінеральні речовини антиоксиданти)</p>
[50]	Бісквітний	Борошно пшеничне	Підвищена поживна

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
	напівфабрикат	вищого сорту, масло вершкове, цукор-пісок, какао-порошок, меланж, порошок калини або порошок горобини, або порошок обліпихи	цінність завдяки збільшеному вмісту вітамінів (А, Е, С, В ₁ , В ₂ , РР), бета-каротину, мінеральних речовин (К, Na, Са, Mg, Р, Fe), незамінних амінокислот, органічних кислот, пектинових речовин, поліфенольних сполук
[51]	Масляний бісквітний напівфабрикат	Борошно пшеничне вищого гатунку, борошно гречане, крохмаль картопляний, цукор-пісок, меланж, масло вершкове, какао-порошок	Підвищена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту легкозасвоюваних білків, вуглеводів (фруктоза, глюкоза), жирів, мінеральних речовин (Са, К, Fe, I ₂ , Zn, Со, Mb, F), вітамінів (В ₁ , В ₂ , В ₉ , РР, Е)
[52]	Бісквітний напівфабрикат безглютеновий	Борошно із гречаної крупи термічно необробленої, крохмаль картопляний, цукор-пісок, меланж, есенція ванільна	Відсутність глютену дозволяє споживати виріб хворим на целіакію. Підвищена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту легкозасвоюваних білків, вуглеводів, жирів, мінеральних речовин (Са, К, Fe, I ₂ , Zn, Со, Mb, F), вітамінів (В ₁ , В ₂ , В ₉ , РР, Е)
[53]	Бісквітний напівфабрикат «Чернівецький» із використанням борошна	Борошно пшеничне вищого сорту, борошно «Здоров'я» (пшеничне цільнозернове),	Підвищена біологічна і поживна цінність

Продовження табл. 1.10

1	2	3	4
	«Здоров'я»	крохмаль картопляний, цукор-пісок, яйця	
[54]	Бісквітний напівфабрикат «Улюблений Празький» з використанням дієтичних добавок	Борошно пшеничне, какао-порошок, цукор-пісок, яйця, вершкове масло, порошок зостери, шрот насіння гарбуза, олію з насіння гарбуза (або насіння амаранту або зародків пшениці), фосфоліпідний концентрат	Підвищена біологічна цінність з високим вмістом мінеральних речовин (K, Ca, Fe, Zn, Br, I ₂ , Se)
[55]	Бісквітний напівфабрикат «Зоряний» із борошном «Здоров'я» і кербом	Борошно пшеничне вищого сорту, борошно «Здоров'я» (пшеничне цільозернове), яйця, цукор-пісок, вершкове масло, керб	Підвищена поживна цінність завдяки підвищеному вмісту харчових волокон

Аналізуючи дані табл. 1.13, вважаємо, що заміна певної частини або всієї кількості пшеничного борошна на функціональні добавки у вигляді іншого борошна або порошків є найкращим способом збагачення бісквітних напівфабрикатів з технологічної точки зору. Рисове і нутове борошно на сьогодні не використовують у технологіях бісквітних напівфабрикатів, тому обраний напрям досліджень є новим та актуальним на сьогодні.

Висновки за розділом

У даному розділі висвітлено проблему захворювання – целиакії і методи лікування її. Охарактеризовано склад, сферу застосування і оздоровчі властивості

рисового та нутового борошна як перспективної безглютенової сировини для харчової промисловості.

Перспективним є внесення до традиційних рецептур бісквітних напівфабрикатів різних добавок (овочевих, плодових та ягідних пюре і порошків (журавлини, горобини, дерези звичайної, кабачків, порічки, ожини, чорниці, калини, обліпихи), борошна пшеничного цільнозернового, кукурудзяного, ячмінного, просяного, гречаного, люпинового, олії рижієвої, зародків пшениці, насіння гарбуза, амаранту, плодів шипшини, клітковини яблучної, какао, пшеничної, тощо). Всі ці функціональні компоненти, які характеризуються високим вмістом нутрієнтів, дають змогу одержати бісквітні напівфабрикати з покращеними поживною й біологічною цінністю, органолептичними показниками якості. Такі технологічні прийоми дають змогу розширити асортиментний ряд бісквітних напівфабрикатів саме оздоровчого призначення, що підтверджує перспективність висунутої у кваліфікаційній роботі гіпотези. Рисове і нутове борошно на сьогодні не використовують у технологіях бісквітних напівфабрикатів, тому обраний напрям досліджень є новим та актуальним на сьогодні.

Отже, метою кваліфікаційної роботи є технологія виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

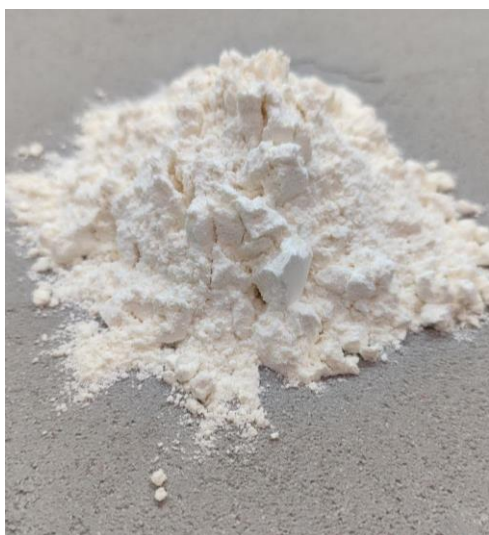
2.1 Об'єкт та предмет дослідження

На основі аналітичного огляду запропоновано виготовити дослідні зразки безглютенових бісквітних напівфабрикатів, провести аналіз їх органолептичних показників якості, а також визначити вміст протеїну, жирів, клітковини, мікро- і макроелементів найвдаліших зразків та порівняти одержані результати з прототипом.

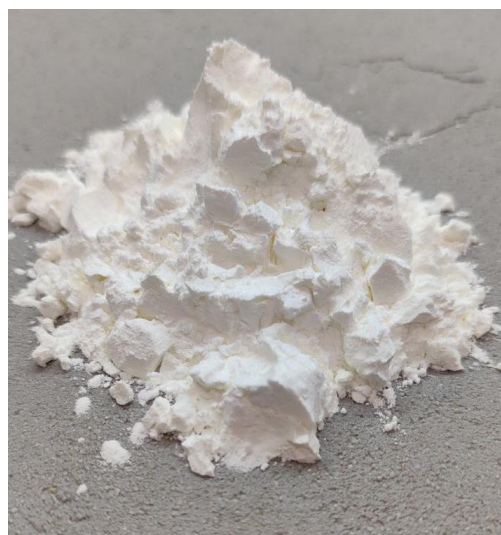
Об'єктом дослідження є технологія виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів. Предмет дослідження – показники складу та якості бісквітних напівфабрикатів. Виготовлення та дослідження органолептичних показників якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів проводили в навчальній лабораторії з харчових технологій кафедри харчових технологій. Дослідження вмісту протеїну, жирів, клітковини, мікро- і макроелементів одержаних зразків проводили в лабораторіях Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі

Сировина, яку використано для виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів – борошно пшеничне вищого сорту ТМ «Дніпромлин», крохмаль кукурудзяний ТМ «Сто Пудів», цукор білий кристалічний третьої категорії ТМ «Повна чаша», яйця курячі харчові столові вищої категорії ТМ «Ясенвіт», борошно рисове і нутове ТОВ «Органік Еко-Продукт» (рис. 2.1).



1



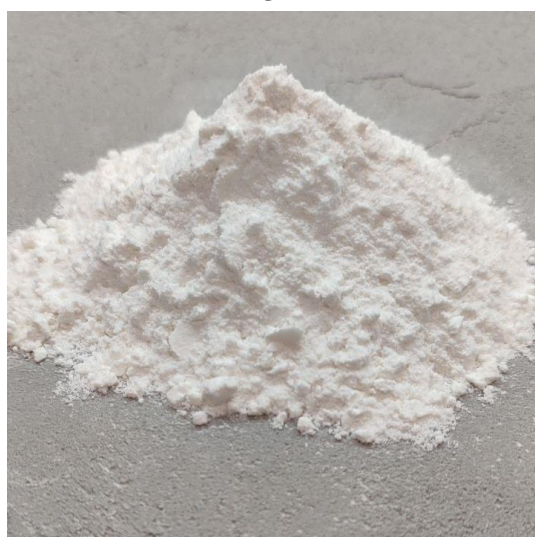
2



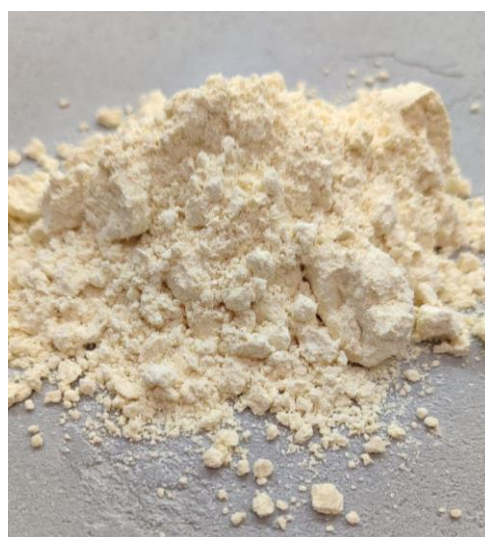
3



4



5



6

Рисунок 2.1 – Сировина для дослідження: 1 – борошно пшеничне, 2 – крохмаль кукурудзяний, 3 – цукор-пісок, 4 – яйця курячі, 5 – борошно рисове, 6 – борошно нутове

Борошно нутове та рисове має цінний склад і його можна позиціонувати як добавки для збагачення харчових продуктів, крім цього у їх складі не міститься глютен, що дозволить використати цю сировину як замітник борошна пшеничного у харчових продуктах.

Борошно рисове містить у своєму складі 6,36–8,13 % білків, 0,72–2,6 % ліпідів, 77,2–86,0 % вуглеводів, до 0,47–9,0 % клітковини, 0,38–3,9 % золи, мікро- (Ферум, Купрум, Манган, Цинк) та макроелементи (Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Натрій, Сульфур), вітаміни (групи В, Е), амінокислоти (ізолейцин, лейцин, метіонін, фенілаланін, тирозин, треонін, валін, лізин, гістидин, аланін, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, гліцин, пролін, серин, триптофан), фітинову кислоту, фенольні речовини, α -токоферол, γ -оризанол [13, 15–17].

Борошно нутове містить у своєму складі 18,89–25,98 % білків, 2,29–8,21 % ліпідів, 47,4–62,78 % вуглеводів, 1,52–11,20 % клітковини, 2,1–3,2 % золи, мікро- (Ферум, Купрум, Манган, Цинк) та макроелементи (Фосфор, Калій, Кальцій, Магній, Натрій, Хлор), вітаміни (групи В, Е, А), амінокислоти (ізолейцин, лейцин, метіонін, цистеїн, фенілаланін, тирозин, треонін, валін, лізин, гістидин, аланін, аргінін, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, гліцин, пролін, серин), жирні кислоти (пальмітинова, пальмітолеїнова, маргарінова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова), фітинову кислоту, олігосахариди, рафінозу, стахіозу, вербакозу, фітати, таніни [20, 23–27].

Якість сировини, яка використана в дослідженні, відповідає вимогам діючої нормативної документації (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Відповідність якості сировини вимогам нормативної документації

№ з/п	Компонент	Нормативна документація, якій повинна відповідати якість сировини
1	2	3
1	Борошно пшеничне	ГСТУ 46.004–99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»
2	Крохмаль кукурудзяний	ДСТУ 3976-2000 «Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови»

Продовження табл. 2.1

1	2	3
3	Цукор білий кристалічний	ДСТУ 4623-2006 «Цукор білий. Технічні умови»
4	Яйця курячі харчові столові	ТУ У 01.2-05477066-001:2008
5	Борошно рисове	ТУ У 10.6-392299984-001:2019
6	Борошно нутове	ТУ У 10.6-392299984-001:2019

Для виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів використовували прилади та обладнання, зображені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Прилади і обладнання для виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

2.3 Методика виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

При проведенні дослідження за прототип було обрано рецептуру бісквітних напівфабрикатів згідно [56], у рецептурі якого повністю замінили борошно пшеничне безглютеновим борошном, а саме рисовим та нутовим. У результаті одержано 6 дослідних зразків з наступним відсотковим співвідношенням:

- 1) контрольний зразок – стандартний бісквітний напівфабрикат;
- 2) зразок №1 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим;
- 3) зразок №2 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим;
- 4) зразок №3 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (50 %) і нутовим (50 %);
- 5) зразок №4 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (75 %) і нутовим (25 %);
- 6) зразок №5 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим (75 %) і рисовим (25 %).

Виробництво дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів включало такі стадії: підготовка сировини, приготування тіста, випікання виробів та їх охолодження.

Підготовка сировини передбачала зважування всіх компонентів за рецептурою бісквітних напівфабрикатів, просіювання сипких компонентів. Готували тісто для бісквітних напівфабрикатів наступним чином: за допомогою міксера збивали яйця з цукром без підігріву, поступово збільшуючи обороти, протягом 30 хв до збільшення маси в об'ємі у 2,5–3 рази. Після закінчення взбивання додавали ароматизатор і всипали крохмаль кукурудзяний та борошно або суміш борошна відповідно до рецептури конкретного дослідного зразка бісквітного напівфабрикату, обережно перемішували масу вручну. Заповнювали форми тістом. Випікали при температурі 180 °C протягом 20 хв, після чого готовий виріб охолоджували.

Структурна схема виробництва дослідних зразків бісквітних напівбарикатів зображена на рис. 2.3.

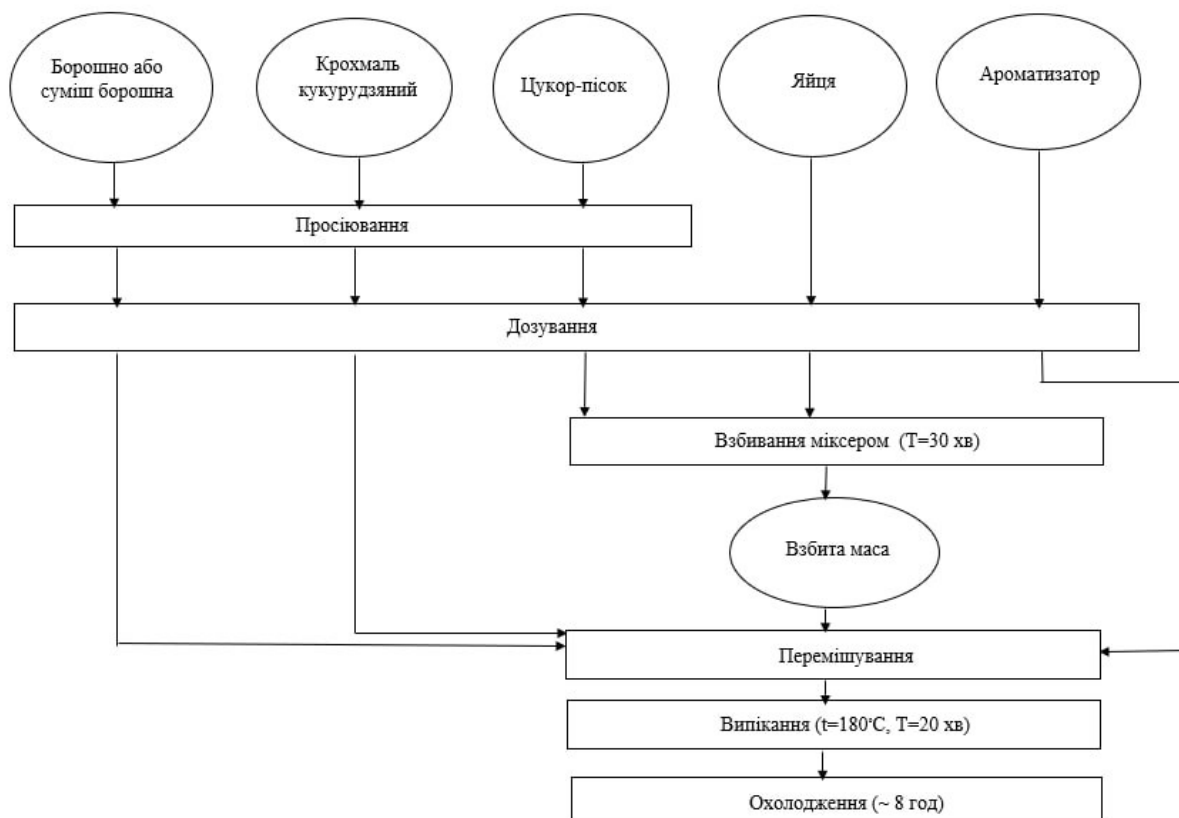


Рисунок 2.3 – Структурна схема виробництва дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

2.4 Методика визначення показників якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

Проби для проведення аналізу показників складу та якості відбирали відповідно до ДСТУ 4619:2006 «Вироби кондитерські. Правила приймання, методи відбору та підготовки проб».

Згідно з ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови» за органолептичними показниками бісквітні напівфабрикати повинні відповідати вимогам, зазначеним в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Органолептичні показники якості бісквітних напівфабрикатів [57]

Назва показника	Характеристика бісквітних напівфабрикатів
Зовнішній вигляд: - форма - поверхня	«Правильна, без пошкоджень, з рівними зрізами. Відповідає формі, у якій проводили випікання. Шорсткувата, дещо бугриста (для прямокутної та круглої форми), рифлена (для форм зрізаного конуса), обсипана чи оздоблена відповідно до рецептури. Начинка не повинна виступати за краї бісквіта».
Вид у розрізі	«Рівномірний за товщиною, добре пропечений, без слідів непромісу, з долученням горіхів, винограду сушеного, кураги, маку, кориці тощо, рівномірно перешарований начинкою».
Смак	«Властивий бісквітам певної назви, без стороннього присмаку».
Запах	«Властивий бісквітам певної назви, без стороннього запаху».

Сенсорний аналіз проводили відповідно до ДСТУ 4683:2006 «Вироби кондитерські. Методи визначення органолептичних показників якості, розмірів, маси нетто і складових частин». При дегустації для оцінки якості бісквітних напівфабрикатів використовували бальну систему оцінювання із застосуванням вагових коефіцієнтів. Показники складу та якості бісквітних напівфабрикатів визначали згідно відповідних нормативних документів (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Показники складу та якості бісквітних напівфабрикатів

Показник	Методи дослідження
1	2
Вміст сирого протеїну, %	ДСТУ 7169:2010 «Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту і сирого протеїну»
Вологість, %	ДСТУ 4910:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин»
Вміст сирого жиру, %	ДСТУ 5060:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначання масової частки жиру»

Продовження табл. 2.3

1	2
Вміст сирової клітковини, %	ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування»
Вміст макронутрієнтів, г/кг	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В
Вміст мікронутрієнтів, мг/кг	МВВ. НДЦБЕКРАПКДДАЕУ 7.2-16-В

Висновки за розділом

Визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологія виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів. Предмет дослідження – показники складу та якості бісквітних напівфабрикатів. Наведено прилади й матеріали, використані в кваліфікаційній роботі. Охарактеризовано рисове та нутове борошно як безглютенову сировину при виробництві бісквітних напівфабрикатів. Описано методику виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів, наведено нормативні документи щодо методик визначення їх показників якості.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження

Борошняні кондитерські вироби, у тому числі і бісквітні напівфабрикати, користуються величезним попитом серед вітчизняних споживачів. Але недостатній вміст нутрієнтів у цій групі товарів, а також наявність глютену спонукає фахівців харчової промисловості збагачувати традиційні вироби біологічно активними речовинами або зовсім замінювати основну сировину – борошно пшеничне – щоб збільшити асортимент продукції для людей, хворих на целіакію.

Виходячи з вищесказаного, метою наших досліджень визначено технологія виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів.

Для досягнення зазначеної мети нами поставлено задачі:

- проаналізувати асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх приготування;
- виготовити дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів, замінивши борошно пшеничне на безглютенове;
- провести аналіз органолептичних показників дослідних зразків (кожного окремо відповідно до ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови», дегустаційна оцінка);
- визначити фізико-хімічні показники якості (вміст протеїну, жирів, клітковини, мікро-, макроелементів) обраних після дегустації дослідних зразків, порівняти їх з контрольним зразком бісквітного напівфабрикату;
- розробити структурну схему виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів та провести розрахунки загальних витрат на дослідження.

3.2 Асортиментний аналіз бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх приготування

Цікавим було дослідити асортимент борошняних кондитерських напівфабрикатів, точніше бісквітних, які реалізують на українському ринку (табл. 3.1). До уваги брали і суміші для виготовлення бісквітів.

Таблиця 3.1 – Асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх приготування

№	Назва продукту	Виробник	Регіон	Основний компонент рецептури	Оздоровча сировина
1.	Тістечка бісквітні без глютену «Pausa Ciok»	Dr. Schar	Італія	Борошно рисове та кукурудзяне	Волокна цикорію
2.	Безглютенова суміш для випікання	BeBig	Україна	Борошно кукурудзяне, гречане та рисове	-
3.	Суміш безглютенова для випікання бісквітів та печива	Grundorf	Німеччина	Борошно рисове	Крохмаль пшеничний безглютеновий
4.	Суміш для бісквітного тіста	Celiko	Польща	Борошно пшеничне	-
5.	Безглютенова суміш для випікання панкейків і бісквітів	Pancake.ly	Україна	Борошно кукурудзяне, рисове, кокосове, тапіоки	Безглютеновий розпушувач, насіння чіа
6.	Мінібісквіти під шоколадною глазур'ю з вершками	Balconi	Італія	Борошно пшеничне	Молочний протеїн, какао-паста, пшенична клітковина

Виходячи з аналізу табл. 3.1 можна зробити висновок, що асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх приготування доволі малий, що підтверджує правильність обраного напрямку досліджень. Для наших досліджень ми вирішили обрати безглютенове борошно – рисове та нутове, які зарекомендували себе як чудова сировина, яка володіє вмістом цінних нутрієнтів та не містить у своєму складі глютен.

3.3 Обґрунтування доцільності виготовлення безглютенових бісквітних напівфабрикатів

Целиакія на сьогодні є справжнім викликом для харчової промисловості, адже найдієвішим способом лікування даного захворювання є строга безглютенова дієта. Тому нині є доцільним використання у борошняних кондитерських виробках безглютенової сировини. Це дає можливість поліпшити функціональний склад виробів, вилучити глютен, зберігши притаманний зовнішній вигляд і гарні смакові якості, або ж надати якихось особливих органолептичних показників, через що кінцева продукція здобуде значну популярність.

Аналізуючи опрацьовані літературні дані, слід зазначити, що багато вчених вивчають питання заміни у рецептурному складі традиційної рецептури бісквітних напівфабрикатів борошна пшеничного або питання збагачення бісквітних напівфабрикатів за рахунок додавання різних біологічно активних добавок, таких як: овочеві, плодові та ягідні пюре і порошки (журавлини, горобини, дерези звичайної, кабачків, порічки, ожини, чорниці, калини, обліпихи), борошно пшеничне цільозернове, кукурудзяне, ячмінне, просяне, гречане, люпинове, олія рижієва, зародків пшениці, насіння гарбуза, амаранту, плодів шипшини, клітковина яблучна, какао, пшенична, тощо.

Потрібно взяти до уваги оздоровчі властивості та відсутність глютену у борошні, обраному для дослідження, а саме рисовому та нутовому. Нутове борошно володіє такими оздоровчими властивостями:

- завдяки вмісту селену, калію і кальцію сприяє регуляції кровотворення;
- запобігає розвитку онкологічних захворювань;
- допомагає у лікуванні нервових хвороб, ендокринних порушень, аритмії серця;
- сприяє розчиненню утворень у сечовому і жовчному міхурах;
- нормалізує артеріальний тиск;
- сприяє зміцненню серцевого м'язу, підвищенню еластичності судин [18].

Оздоровчі властивості рисового борошна полягають у тому, що його вживання:

- сприяє виведенню зайвої рідини та нормалізації її руху в організмі;
- допомагає при профілактиці набору ваги, погіршення роботи серцево-судинної системи та розвитку варикозного розширення вен;
- стабілізує роботу серця;
- налагоджує функції органів травлення;
- знижує кількість цукру в крові;
- сприяє детоксикації організму [57].

На нашу думку повна заміна борошна пшеничного на безглютенове борошно є цікавим способом виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів, який мало вивчався вітчизняними вченими. Тому нами вирішено розробити рецептуру безглютенових бісквітних напівфабрикатів за рахунок повної заміни борошна пшеничного на безглютенове, а саме рисове і нутове, які раніше не використовувались вченими у технологіях бісквітних напівфабрикатів.

За прототип для проведення досліджень було обрано стандартну рецептуру бісквітних напівфабрикатів згідно [56].

У табл. 3.2 наведено поживну та енергетичну цінність за інформацією з етикеток борошна рисового та нутового ТОВ «Органік-Еко-Продукт», використаних в дослідженні.

Таблиця 3.2 Поживна та енергетична цінність борошна рисового та нутового, використаного у дослідженні

Назва борошна	Поживна цінність, г/100 г продукту			Енергетична цінність, кДж
	білків	жирів	вуглеводів	
Нутове	22,4	6,7	57,8	1594
Рисове	7,4	1,0	74,0	1402

Запропоновані рецептури безглютенових напівфабрикатів, представлено в таблиці 3.3. Бісквітні напівфабрикати виготовляли згідно п.п. 2.3.

Таблиця 3.3 – Рецептури бісквітних напівфабрикатів на 100 г готового продукту

№ з/п	Сировина	Вміст в рецептурі, г					
		прото-типу	Дослідних зразків				
			№1	№2	№3	№4	№5
1	Борошно пшеничне	28,1	-	-	-	-	-
2	Крохмаль кукурудзяний	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
3	Цукор-пісок	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7
4	Меланж	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
5	Ароматизатор	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6	Борошно рисове	-	28,1	-	14,05	21,07	7,03
7	Борошно нутове	-	-	28,1	14,05	7,03	21,07

Після виготовлення дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів (рис. 3.1) провели дослідження їх якості.



Контрольний зразок (стандартний бісквітний напівфабрикат)



Зразок №1 (бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим)



Зразок №2 (бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим)



Зразок №3 (бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (50 %) і нутовим (50 %))



Зразок №4 (бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (75 %) і нутовим (25 %))



Зразок №5 (бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим (75 %) і рисовим (25 %))

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд готових виробів дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

3.4 Визначення органолептичних показників якості бісквітних напівфабрикатів

Після виготовлення контрольного та дослідних зразків безглютенових напівфабрикатів провели їх сенсорний аналіз. На рис. 3.2 та 3.3 можна побачити різницю впливу використаного безглютенового борошна на зовнішній вигляд та структуру виробу.

Контрольним зразком був бісквітний напівфабрикат за стандартною рецептурою зі 100 %-вмістом борошна пшеничного вищого сорту. Негативних показників при виготовленні виробу не виявлено. Всі наступні зразки у ході роботи були достатньо сформовані. Слід відзначити цікавий вплив рисового борошна при формуванні бісквітних напівфабрикатів, тісто було дуже пухким, майже не відчувалося наявності борошна.

Результати органолептичної оцінки показників якості готових бісквітних напівфабрикатів наведені у табл. 3.4.

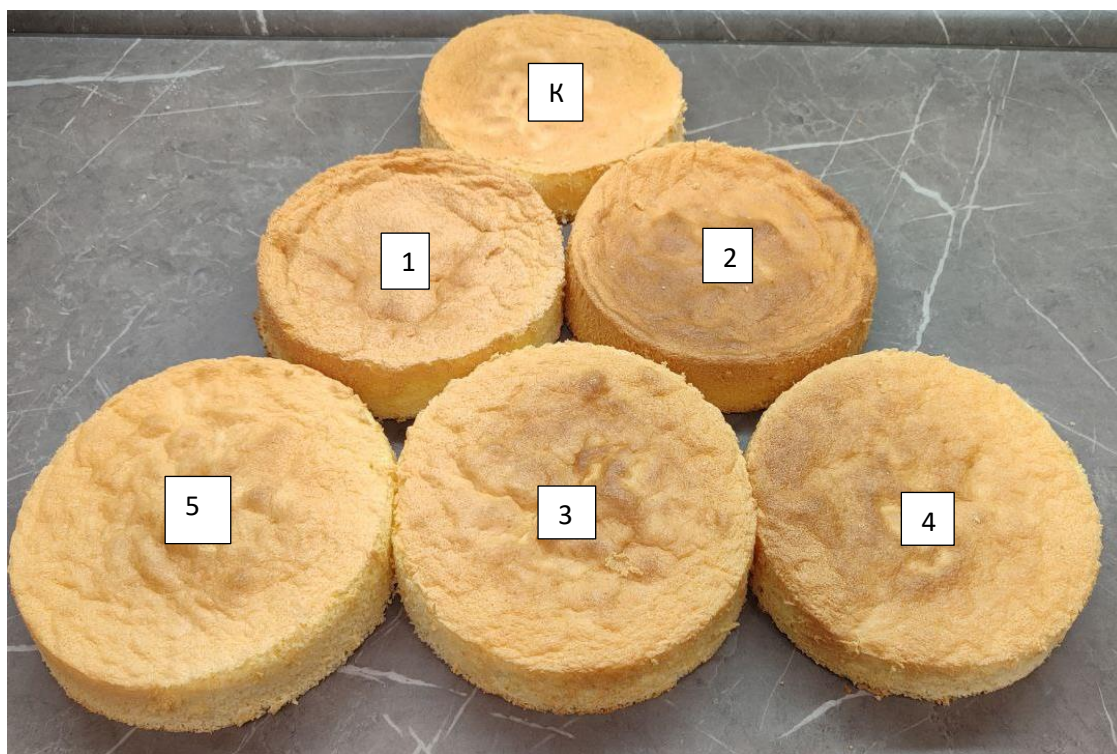


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд бісквітних напівфабрикатів



Рисунок 3.3 – Одержані дослідні зразки у розрізі: (зліва направо) – контрольний зразок, зразок №1, зразок №2, зразок №3, зразок №4, зразок №5

Таблиця 3.4 – Органолептична оцінка якості готових бісквітних напівфабрикатів

Номер зразку	Показники				
	Форма	Поверхня	Вид у розрізі	Запах	Смак
1	2	3	4	5	6
К*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Рівна, без тріщин	Рівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, без стороннього запаху	Характерний даному виробу, без стороннього присмаку
1*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Дещо бугриста, із незначними впадинами	Рівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, із дуже приємним запахом рисового борошна	Характерний даному виробу, з дуже приємним присмаком рисового борошна
2*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Дещо бугриста, із незначними впадинами	Нерівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, із запахом горіхів	Характерний даному виробу, з неприємним присмаком сирого горіха
3*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Дещо бугриста, із незначними впадинами	Рівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, із запахом горіхів	Характерний даному виробу, з присмаком сирого горіха
4*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Дещо бугриста, із незначними впадинами	Рівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, із приємним запахом рисового борошна	Характерний даному виробу, з приємним присмаком рисового борошна, незначним присмаком сирого горіха

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6
5*	Правильна, без пошкоджень. Відповідає формі, у якій проводилось випікання	Дещо бугриста, із незначними впадинами	Рівномірний за товщиною, добре пропечений	Характерний даному виробу, із запахом горіхів	Характерний даному виробу, з неприємним присмаком сирого горіха

*Примітка:

К – контрольний зразок – стандартний бісквітний напівфабрикат;

1 – зразок №1 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим;

2 – зразок №2 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим;

3 – зразок №3 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (50 %) і нутовим (50 %);

4 – зразок №4 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного рисовим (75 %) і нутовим (25 %);

5 – зразок №5 – бісквітний напівфабрикат із заміною 100 % борошна пшеничного нутовим (75 %) і рисовим (25 %).

Аналізуючи дані табл. 3.4, слід зазначити, що всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів відповідають вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №2, що не задовольняє вимоги за видом у розрізі та №2 і №5, що не відповідають вимогам стандарту за смаковими якостями.

Для надання готовим виробам бальної оцінки працювало 10 експертів серед звичайних споживачів (співробітники та здобувачі ДДАЕУ). Оцінювали за показниками: форма, поверхня, вид у розрізі, смак та запах. Загальна середня бальна оцінка наведена у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

Показник	Зразки бісквітних напівфабрикатів					
	К	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Форма	5	5	5	5	5	5
Поверхня	5	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7
Вид у розрізі	5	5	4	4,6	5	4,2
Запах	5	5	4,2	4,6	4,8	4,4
Смак	5	5	3	4	4,2	3,4
Загальна органолептична оцінка	50,0	49,8	38,8	44,5	46,5	41,1

До кожного показника застосували коефіцієнт вагомості: для форми – 1, для поверхні – 1, для виду у розрізі – 2, для запаху – 2,5, для смаку – 3,5.

Органолептичний профіль дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів наведений на рисунку 3.4.





Рисунок 3.4 – Органолептичний профіль дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

На основі значення загальної органолептичної оцінки побудовано гістограму (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Загальна органолептична оцінка

З таблиці 3.5 та гістограми (рис. 3.5) зрозуміло, що всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №2 (100 % заміна пшеничного борошна нутувим) і №5 (100 % заміна борошна пшеничного нутувим (75 %) і

рисовим (25 %). Найвищу оцінку отримали контрольний і зразок №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим).

Після визначення органолептичних показників якості вирішено дослідити вміст вологи, протеїну, жирів, клітковини, мікро- та макроелементів дослідного зразку №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим) та контрольного зразку (прототипу).

3.5 Визначення показників якості та складу дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

Проведено визначення фізико-хімічних показників бісквітних напівфабрикатів дослідних зразку №1 та контролю, результати якого наведено в табл. 3.6. Дані визначення проводили в лабораторії Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК ДДАЕУ.

Таблиця 3.6 – Характеристика фізико-хімічних показників якості дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

Назва показника	Контрольний зразок (стандартний бісквітний напівфабрикат на основі пшеничного борошна)	Дослідний зразок №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим)	За ДСТУ 8001:2015
Масова частка вологи, %	27,22	25,23	10–31
Масова частка протеїну, %	14,23	11,30	-
Масова частка жиру, %	7,24	7,12	2,2–34,2
Вміст клітковини, %	0,08	0,71	-

Аналізуючи дані таблиці 3.6, робимо висновок, що за складом зразок безглютенового бісквітного напівфабрикату на основі рисового борошна переважає контрольний зразок за вмістом клітковини (на 0,63 %) та мають

менший вміст вологи (на 1,99 %), протеїну (на 2,93 %) і жиру (на 0,12 %). Найголовніше слід відзначити відсутність глютену у одержаному готовому виробі, що дозволить вживати цей виріб хворим на целіакію. Вміст вологи та жиру відповідає вимогам, регламентованим ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови».

Важливим було визначити вміст макро- і мікроелементів у дослідному зразку бісквітних напівфабрикатів №1 та контролі. Адже, як відомо, мікро- і макроелементи в організмі людини чинять позитивний вплив: беруть участь у процесах формування і побудова тканин організму; підтримують хімічний склад крові та беруть участь у побудові складових її елементів [59].

Результати визначення представлені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вміст макро- і мікроелементів дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів

Назва показника	Контрольний зразок (стандартна рецептура бісквітного напівфабрикату)	Дослідний зразок №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим)
Макроелементи		
Кальцій, г/кг	1,32	1,30
Фосфор, г/кг	1,83	0,90
Магній, г/кг	0,38	0,45
Натрій, %	0,15	0,10
Мікроелементи		
Залізо, мг/кг	15,28	7,02
Цинк, мг/кг	11,37	12,53
Мідь, мг/кг	0,83	0,12
Марганець, мг/кг	3,14	0,13

Проаналізувавши табл. 3.7, слід зазначити, що дослідний зразок №1 (рисовий бісквітний напівфабрикат) переважає контроль за вмістом Магнію, та Цинку.

Перспективними будуть подальші дослідження щодо умов зберігання та використання напівфабрикатів при приготуванні тортів.

3.6 Структурна схема виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів

Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідного зразку безглютенового бісквітного напівфабрикату, нами обрано до впровадження зразок №1 – бісквітний напівфабрикат на основі рисового борошна. Завдяки відсутності глютену у рисовому борошні, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів, які можна вживати людям, хворим на целиакію. Блок-схема виробництва рисового бісквітного напівфабрикату зображена на рис. 3.6.

Всі сипкі компоненти просіюють, після чого дозують необхідні компоненти (г/100 г готового продукту: меланж – 57,8; цукор-пісок – 34,7; борошно рисове – 28,1; крохмаль кукурудзяний – 6,9; ароматизатор – 0,1), далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера збивають яйця з цукром-піском без підігріву, поступово збільшуючи обороти, протягом 30 хв до збільшення маси в об'ємі у 2,5–3 рази. Після закінчення взбивання додають ароматизатор і всипають крохмаль кукурудзяний та борошно рисове, обережно перемішують масу вручну. Заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 180 °C протягом 20 хв, після чого готовий виріб охолоджують.

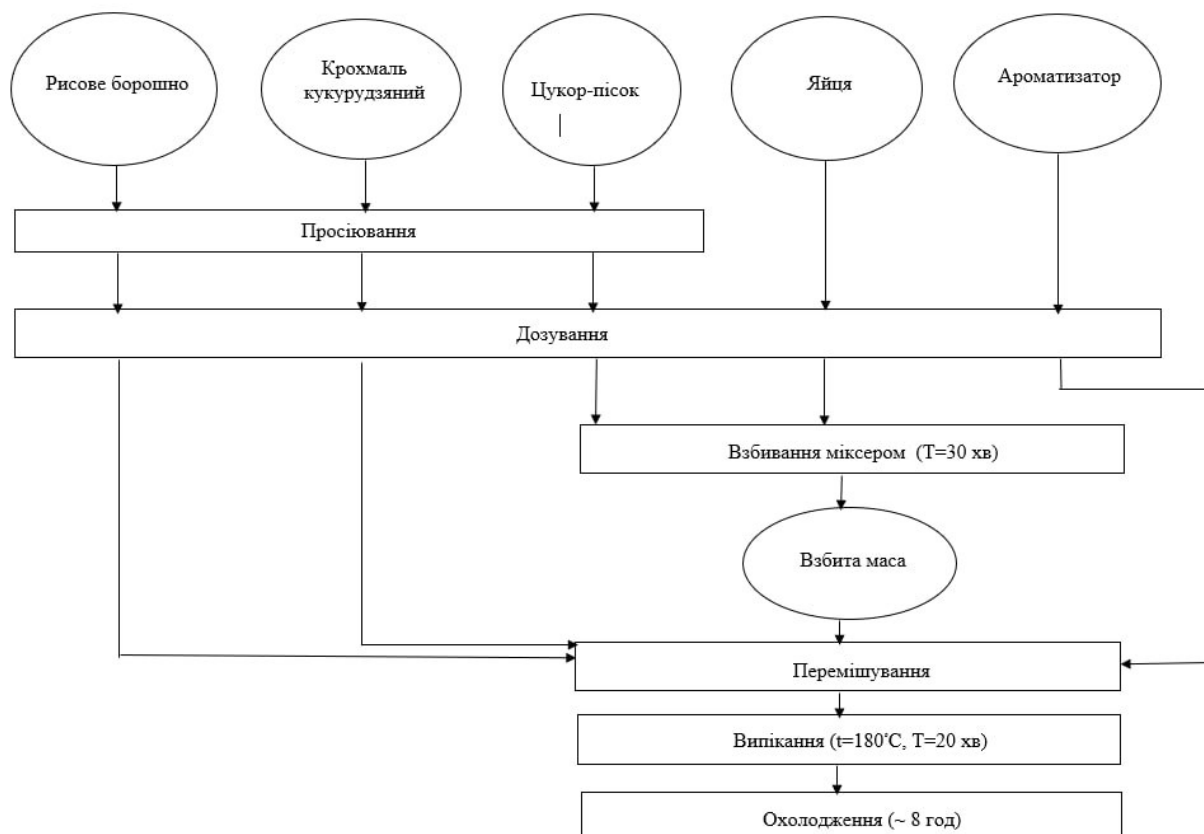


Рисунок 3.6 – Блок-схема виготовлення рисового бісквітного напівфабрикату

Висновки за розділом

1. Проаналізовано асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх виготовлення. Асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх приготування доволі малий, що підтверджує правильність обраного напрямку досліджень.

2. Виготовлено 5 дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів, у рецептурах яких використовували у якості заміника борошна пшеничного борошно рисове та нутове. Контрольний зразок – прототип (стандартна рецептура бісквітних напівфабрикатів).

3. Всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів відповідали вимогам за всіма показниками згідно ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №2, що не задовольняв

вимоги за видом у розрізі та №2 і №5, що не відповідали вимогам стандарту за смаковими якостями. Всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №2 (100 % заміна пшеничного борошна нутовим) і №5 (100 % заміна борошна пшеничного нутовим (75 %) і рисовим (25 %)). Найвищу оцінку отримали контрольний зразок і зразок №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим).

4. Визначено масову частку вологи, протеїну, жирів, клітковини, мікро- та макроелементів у дослідному зразку №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим) та у контролі. За складом зразок безглютенового бісквітного напівфабрикату на основі рисового борошна переважав контрольний зразок за вмістом клітковини (на 0,63 %) та мав менший вміст вологи (на 1,99 %), протеїну (на 2,93 %) і жиру (на 0,12 %). Але найголовніше слід відзначити відсутність глютену у одержаному готовому виробі, що дозволить вживати цей виріб хворим на целиацію. Вміст вологи та жиру відповідав вимогам, регламентованим ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови». Дослідний зразок №1 (рисовий бісквітний напівфабрикат) переважав контроль за вмістом Магнію, та Цинку. Перспективними будуть подальші дослідження щодо умов зберігання та використання напівфабрикатів при приготуванні тортів.

5. Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідного зразку безглютенового бісквітного напівфабрикату, нами обрано до впровадження зразок №1 – бісквітний напівфабрикат на основі рисового борошна. Завдяки відсутності глютену у рисовому борошні, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів, які можна вживати людям, хворим на целиацію.

Всі сипкі компоненти просіюють, після чого дозують необхідні компоненти (г/100 г готового продукту: меланж – 57,8; цукор-пісок – 34,7; борошно рисове – 28,1; крохмаль кукурудзяний – 6,9; ароматизатор – 0,1), далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера збивають яйця з цукром-піском без підігріву, поступово збільшуючи обороти, протягом 30 хв до збільшення маси в об'ємі у 2,5–3 рази. Після закінчення взбивання додають ароматизатор і всипають

крохмаль кукурудзяний та борошно рисове, обережно перемішують масу вручну. Заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 180 °С протягом 20 хв, після чого готовий виріб охолоджують.

Перспективними будуть дослідження щодо розроблення складу сумішей для приготування бісквітних напівфабрикатів або заморожених напівфабрикатів, що є дуже актуальним у наш час, бо стрімкий спосіб життя спонукає споживачів купувати продукти швидкого приготування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Розробка картки безпеки праці

Основні дослідження, передбачені завданням кваліфікаційної роботи, виконували у навчальній лабораторії з харчових технологій, яка є підрозділом кафедри харчових технологій інженерно-технологічного факультету ДДАЕУ. Дана лабораторія укомплектована обладнанням для виготовлення дослідних зразків харчових продуктів, столовим та лабораторним посудом, водонагрівачем тощо. Наповнення лабораторії обладнанням та приладами відповідає сучасним вимогам до освітнього процесу за спеціальністю «Харчові технології». Загалом в лабораторії створені допустимі умови для проведення науково-дослідних занять з дотриманням вимог пожежної безпеки та охорони праці. Так як об'єкт наших досліджень стосується кондитерських підприємств, нами розроблено картку безпеки праці (рис. 4.1) для оператора лінії з виробництва борошняних кондитерських напівфабрикатів.

4.2 Утилізація відходів від виробництва борошняних кондитерських напівфабрикатів

Виробничий процес на кондитерських підприємствах має значний вплив на навколишнє середовище. Цей вплив можна охарактеризувати через наступні основні аспекти: виробничий шум, забруднення повітря шляхом викиду пилу і токсичних речовин тощо. Одним з найважливіших завдань у системі заходів з охорони навколишнього середовища для кондитерських підприємств є забезпечення чистоти повітря. У процесі просіювання та переміщення сировини утворюється деяка кількість органічного пилу. Для запобігання виділення пилу в атмосферу та забруднення навколишньої території підприємства, передбачена система аспірації, яка відсмоктує пил з усіх точок викиду. Повітря надійно очищається в циклонах та фільтрах різних конструкцій.

<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – лінія з виробництва бісквітних напівфабрикатів. 2. Вид робіт – виробництво бісквітних напівфабрикатів. 3. Посада – оператор лінії. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 01.12.2028 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Головний убір – 1 раз на рік. 2. Взуття шкіряне жаростійке – 1 раз на 6 місяців. 3. Нарукавники бавовняні – 1 раз на 3 місяці. 4. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити роботу штучної вентиляції, справність та наявність захисних огорожень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. 5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу. 6. Про виявленні порушення і недоліків доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті, своєчасно прибирати з підлоги розсипане борошно, тощо. 3. Необхідно застосовувати засоби захисту рук під час роботи з гарячими поверхнями. 4. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. 5. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. Про виявленні порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання; 3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.
<p>Контакти служб екстреної допомоги</p>	
<p>Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – головний інженер, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	

Рисунок 4.1 – Картка безпека праці

Розміщення виробничого обладнання на кондитерських підприємствах повинно забезпечувати легкий доступ для обслуговування та очищення від пилу. Навантаження на обладнання повинно відповідати виробничим даним, нормам технологічного проектування, правилам організації та проведення технологічного процесу. Обладнання повинно підтримуватися в технічно справному стані під час експлуатації, що забезпечує безперебійну роботу до планового ремонту.

Для транспортування виробничих відходів на підприємстві зазвичай використовують самохідні транспортні засоби, стрічкові конвеєри та пневматичний транспорт. Зокрема, стрічкові конвеєри працюють з низькою швидкістю (не більше 1,0 – 1,5 м/с) для мінімізації виділення пилу.

Всередині приміщень на підприємстві використовують гладкі поверхні стін, стель, несучих конструкцій, заповнень дверних прорізів та підлоги. Це сприяє легкому очищенню від пилу. Всі виробничі та складські приміщення, а також технологічне обладнання й механізми підтримують у чистоті.

Прибирання пилу на підприємстві, включаючи дахи будівель, проводять згідно з графіками, де вказана періодичність прибирання для конкретних ділянок виробництва. Графіки прибирання пилу затверджує директор підприємства.

Заходи з охорони навколишнього середовища на кондитерських підприємствах насамперед спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та життя для співробітників, а також є важливим фактором підвищення продуктивності.

Кондитерські підприємства повинні мати чіткий план управління відходами, який враховує всі етапи виробництва та типи відходів, що утворюються:

- сировинні відходи;
- відходи від просіювання сипких відходів;
- відходи водопідготовки;
- пил;
- відбракована продукція.

З метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та дотримання екологічних стандартів, ці відходи потребують належного управління та обробки, підприємство повинно використовувати спеціальні технології та процеси для мінімізації відходів та забезпечення їх подальшої утилізації та переробки.

Висновки за розділом

У даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва бісквітних напівфабрикатів, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Розширення асортименту вітчизняних безглютенових борошняних кондитерських виробів – перспективний напрям сучасних наукових досліджень харчової промисловості, що розглядається у кваліфікаційній роботі. Реалізація даного напрямку потребує певних витрат.

Перелік робіт при проведенні дослідження кваліфікаційної роботи з обґрунтування технології виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів та матриця тривалості робіт наведені у табл. 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , дні
1	2	3
0-0	Одержання завдання	0
0-1	Огляд науково-технічної та патентної інформації та її аналіз	33
1-2	Вибір методики та підготовка робочого місця	4
1-3	Аналіз складу нутового та рисового борошна, розрахунок рецептури дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів	5
2-4	Підготовка сировини для проведення досліджень	2
3-4	Виготовлення експериментальних зразків безглютенових бісквітних напівфабрикатів	4
4-5	Проведення визначення органолептичних показників якості безглютенових бісквітних напівфабрикатів	3
5-6	Аналіз отриманих результатів з проведення органолептичної оцінки	3
6-7	Проведення визначення фізико-хімічних показників якості безглютенових бісквітних напівфабрикатів	5
6-8	Розробка схеми виробництва безглютенових бісквітних напівфабрикатів	3
7-9	Виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	8

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
8-9	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	8
9-10	Підготовка тез	5
10-11	Оформлення кваліфікаційної роботи	6
11-12	Узгодження з кафедрою харчових технологій	6
12-13	Отримання рецензії	4
13-14	Захист кваліфікаційної роботи	1
Всього		100

Таблиця 5.2 – Матриця тривалості робіт

	J=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
I=1	33	4	5												
2				2											
3				4											
4					3										
5						3									
6							5	3							
7									8						
8									8						
9										5					
10											6				
11												6			
12													4		
13														1	
Всього	33	4	5	6	3	3	5	3	16	5	6	6	4	1	100

За одержаними даними побудовано сітьовий графік (рис. 5.1).

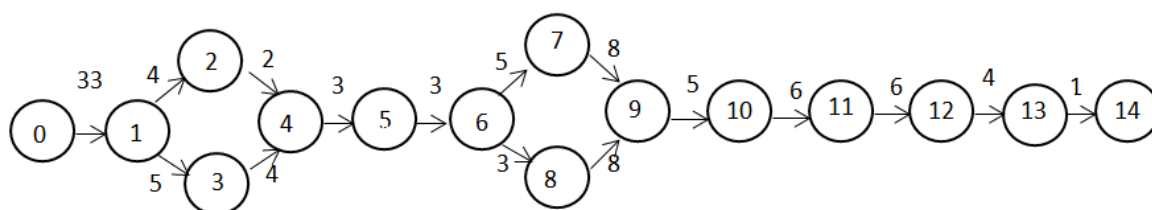


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 0-1; 1-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-9; 9-10; 10-11; 11-12; 12-13; 13-14.

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$T_k = 33+5+4+3+3+5+8+5+6+6+4+1 = 83 \text{ дні}$$

Отже для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання кваліфікаційної роботи, необхідно витратити 83 дні.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Розраховуємо витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи, які визначаємо за допомогою кошторису витрат.

Витрати на основні та допоміжні матеріали розраховували за формулою (5.1):

$$m = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

де, m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

№ з/п	Найменування інгредієнту, одиниці	Ціна за одиницю, грн	Кількість	Сума, грн
1	2	3	4	5
1	Борошно пшеничне, кг	14,90	0,10	1,49
2	Цукор-пісок, кг	34,40	0,62	21,33
3	Крохмаль кукурудзяний, кг	135,90	0,12	16,31
4	Яйця, шт	6,59	18	118,62
5	Борошно нутове, кг	94,00	0,21	19,74
6	Борошно рисове, кг	138,00	0,21	28,98
Всього				206,47

Результати розрахунку заробітної плати керівника наукового дослідження наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	13096,44	74,41	15	1116,15
			Всього	1116,15

Нарахування на заробітну плату приймали у розмірі 22 % від фонду робочого часу. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1116,15 \cdot 22}{100} = 245,55 \text{ грн}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначали за формулою (5.2):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a \quad (5.2)$$

де, M – потужність використаного електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи обладнання, год.;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$a = 5,86$ грн./(кВт/год.).

Під час приготування дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів були використані лабораторні ваги, міксер, духова шафа, персональний комп'ютер.

Затрати електроенергії при використанні лабораторних вагів:

$$E_1 = 0,012 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 5,86 = 0,11 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії при використанні міксера:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 5,86 = 15,82 \text{ грн}$$

Затрати енергії при використанні духової шафи:

$$E_3 = 2,1 \cdot 0,9 \cdot 2 \cdot 5,86 = 22,15 \text{ грн.}$$

Затрати електроенергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_4 = 0,045 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 5,86 = 18,99 \text{ грн}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 0,11 + 15,82 + 22,15 + 18,99 = 57,07 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію обладнання знаходили за формулою (5.3):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365} \quad (5.3)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, днів;

365 – кількість днів в році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Лабораторні ваги	9945,00	10	0,09	0,25
Міксер	6999,00	10	0,13	0,25
Духова шафа	5000,00	15	0,08	0,16
Персональний комп'ютер	4500,00	25	30	92,47
Всього				93,13

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

$$\frac{1116,15 \cdot 80}{100} = 892,92 \text{ грн}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	206,47
Заробітна плата	1116,15
Нарахування на заробітну плату	245,55
Електроенергія	57,07
Амортизація	93,13
Накладні витрати	892,92
Додаткові витрати (витрати дослідження в лабораторії)	4740,00
Всього	7351,29

Найбільшими серед усіх витрат виступають додаткові витрати, що пов'язано з відсутністю певного обладнання на кафедрі харчових технологій, а також дозволу до роботи з прекурсорами, тому ми змушені були звертатись до платних послуг з визначення вмісту протеїну, жиру, клітковини, мікро- та макроелементів у дослідних зразках бісквітних напівфабрикатів.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціну визначали на основі витрат на дослідження і рентабельності за формулою (5.4):

$$\text{Ц} = \text{С} + \frac{\text{Р} \cdot \text{С}}{100} \quad (5.4)$$

де, Ц – вартість дослідження, грн;

С – витрати на дослідження, грн;

Р – нормативна рентабельність (Р=30), %.

$$\text{Ц} = 7351,29 + \frac{30 \cdot 7351,29}{100} = 9556,68 \text{ грн}$$

Витрати на проведені дослідження кваліфікаційної роботи становлять 9556,68 грн.

Висновки за розділом

Побудовано оптимальний сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 83 дні. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу бісквітних напівфабрикатів – 4740,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 9556,68 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проаналізовано асортимент бісквітних напівфабрикатів та сумішей для їх виготовлення, який виявився доволі малий, що і підтвердило правильність обраного напрямку досліджень.

2. Виготовлено 5 дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів, у рецептурах яких використовували у якості заміника борошна пшеничного борошно рисове та нутове. Контрольний зразок – прототип (стандартна рецептура бісквітних напівфабрикатів).

3. Всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів відповідали вимогам за всіма органолептичними показниками згідно ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови», окрім відмінних від вимог стандарту дослідних зразків №2, що не задовольняв вимоги за видом у розрізі, та №2 і №5, що не відповідали вимогам стандарту за смаковими якостями. Всі дослідні зразки бісквітних напівфабрикатів одержали достатньо високий бал. За одержаними даними найменшу балову оцінку отримали зразки №2 (100 % заміна пшеничного борошна нутовим) і №5 (100 % заміна борошна пшеничного нутовим (75 %) і рисовим (25 %)). Найвищу оцінку отримали контрольний зразок і зразок №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим).

4. Визначено масову частку вологи, протеїну, жирів, клітковини, мікро- та макроелементів у дослідному зразку №1 (100 % заміна пшеничного борошна рисовим) та у контролі. За складом зразок безглютенового бісквітного напівфабрикату на основі рисового борошна переважав контрольний зразок за вмістом клітковини (на 0,63 %) та мав менший вміст вологи (на 1,99 %), протеїну (на 2,93 %) і жиру (на 0,12 %). Але найголовніше слід відзначити відсутність глютену у одержаному готовому виробі, що дозволить вживати цей виріб хворим на целиацію. Вміст вологи та жиру відповідав вимогам, регламентованим ДСТУ 8001:2015 «Бісквіти. Загальні технічні умови». Дослідний зразок №1 (рисовий бісквітний напівфабрикат) переважав контроль за вмістом Магнію, та Цинку.

5. Опрацювавши результати сенсорного аналізу й дегустації, а також склад дослідного зразку безглютенового бісквітного напівфабрикату, нами обрано до впровадження зразок №1 – бісквітний напівфабрикат на основі рисового борошна. Завдяки відсутності глютену у рисовому борошні, одержаний продукт із впевненістю можна віднести до категорії оздоровчих кондитерських виробів, які можна вживати людям, хворим на целиацію.

Всі сипкі компоненти просіюють, після чого дозують необхідні компоненти (г/100 г готового продукту: меланж – 57,8; цукор-пісок – 34,7; борошно рисове – 28,1; крохмаль кукурудзяний – 6,9; ароматизатор – 0,1), далі готують тісто наступним чином: за допомогою міксера збивають яйця з цукром-піском без підігріву, поступово збільшуючи обороти, протягом 30 хв до збільшення маси в об'ємі у 2,5–3 рази. Після закінчення взбивання додають ароматизатор і всипають крохмаль кукурудзяний та борошно рисове, обережно перемішують масу вручну. Заповнюють форми тістом. Випікають при температурі 180 °С протягом 20 хв, після чого готовий виріб охолоджують.

6. Розроблено картку безпеки праці оператора лінії з виробництва бісквітних напівфабрикатів, обговорені та визначені шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

7. Найбільшими затратами під час нашого дослідження були додаткові витрати, а саме витрати на дослідження складу бісквітних напівфабрикатів – 4740,00 грн. З урахуванням 30 % нормативної рентабельності загальна вартість магістерського експериментального дослідження склала 9556,68 грн.

Щодо подальших досліджень за темою кваліфікаційної роботи перспективними будуть дослідження щодо умов зберігання та використання напівфабрикатів при приготуванні тортів, а також дослідження щодо розроблення складу сумішей для приготування бісквітних напівфабрикатів або заморожених напівфабрикатів, що є дуже актуальним у наш час, бо стрімкий спосіб життя спонукає споживачів купувати продукти швидкого приготування.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мукоїд Р.М., Ємельянова Н.О., Чумакова О.В. Глютен. Чому його можна не всім? Збірник наукових праць SWorld. 2013. Т. 4, вип. 1. С. 81–84.
2. Хижняк О.О., Ніколаєв Р.С., Манська К.Г., Олексик О.Т., Плехова О.І. Захворювання щитоподібної залози та целиакія: огляд літератури та власні дослідження. *Проблеми ендокринної патології*. 2023. Вип. 80, №1. С. 73–81.
3. Butterworth J., Los L. Coeliac disease. *Medicine*. 2019. Vol. 47, no. 5. P. 314–319.
4. Lebowl B., Sanders D.S., Green P.H.R. Coeliac disease. *The Lancet*. 2018. Vol. 391. P. 70–81.
5. Lindfors K., Ciacci C., Kurppa K., Lundin K.E.A., Makharia G.K., Mearin M.L., Murray J.A., Verdu E.F., Kaukinen K. Coeliac disease. *Nature Reviews Disease Primers*. 2019. Vol. 5, no. 1. P. 1–18.
6. Mariné M., Farre C., Alsina M., Vilar P., Cortijo M., Salas A., Fernández-Bañares F., Rosinach M., Santaolalla R., Loras C., Marquès T., Cusí V., Hernández M.I., Carrasco A., Ribes J., Viver J.M., Esteve M. The prevalence of coeliac disease is significantly higher in children compared with adults. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. 2010. Vol. 33, no. 4. P. 477–486.
7. Товкес А., Панчук О. Целиакія як захворювання зі спадковою схильністю. *Grail of Science*. 2023. №25. С. 514–516.
8. Степанов Ю.М., Саленко А.В. Целиакія: сучасний погляд на діагностику та лікування. *Гастроентерологія*. 2018. Вип. 4. С. 249–253.
9. Михонік Л.А., Грищенко А.М. Використання рисового борошна в технології безглютенового хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23, №2. С. 241–246.
10. Овсієнко С.М., Науменко О.В. Використання нехлібопекарських видів борошна у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2023. Т. 11, №20. С. 99–110.
11. Горач О.О., Дзюндзя О.В., Олейникова С.О. Технологічне обладнання та проектування технологічних ліній для виробництва борошна функціонального

призначення. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023 Т. 3. С. 37–45.

12. Kim M.H. Review on Rice Flour Manufacturing and Utilization. *Journal of Biosystems Engineering*. 2013. Vol. 38, no. 2. P. 103–112.

13. Kraithong S., Lee S., Rawdkuen S. Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 79. P. 259–266.

14. Dias A.B., Müller C.M.O., Larotonda F.D.S., Laurindo J.B. Biodegradable films based on rice starch and rice flour. *Journal of Cereal Science*. 2010. Vol. 51, issue 2. P. 213–219.

15. Омельчук О.Ю., Мельник І.В. Перспективне використання рисового борошна в технології приготування заварних виробів для закладів ресторанного господарства. *Проблеми та перспективи розвитку науки та освіти України в особливих умовах євроінтеграції: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 3–4 травня 2023 р. Вінниця, 2023*. С. 164–167.

16. Kale S.J., Jha S.K., Jha G.K., Sinha J.P., Lal S.B. Soaking Induced Changes in Chemical Composition, Glycemic Index and Starch Characteristics of Basmati Rice. *Rice Science*. 2015. Vol. 22, issue 5. P. 227–236

17. Moongngarm A., Saetung N. Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 122, issue 3. P. 782–788.

18. Калина В.С., Гезь Я.В., Кузьо О.С. Удосконалення рецептури кондитерського виробу на основі борошна з бобів нуту та ягід журавлини. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2021. № 3, вип. 9. С. 33–39.

19. Bashir K., Aggarwal M. Effects of gamma irradiation on the physicochemical, thermal and functional properties of chickpea flour. *LWT – Food Science and Technology*. 2016. Vol. 69. P. 614–622.

20. Dandachy S., Mawlawi H., Obeid O. Effect of Processed Chickpea Flour Incorporation on Sensory Properties of Mankoushe Zaatar. *Foods*. 2019. Vol. 8, no. 5. P. 151.
21. Шелудько В.М. Розширення асортименту хлібних паличок підвищеної харчової цінності. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2022. Т. 1. С. 69–74.
22. Thakur S., Scanlon M.G., Tyler R.T., Milani A., Paliwal J. Pulse Flour Characteristics from a Wheat Flour Miller's Perspective: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. Vol. 0. P. 1–23.
23. Вакуленко А.В. Борошно нутове – основа кондитерських виробів. Проблеми формування здорового способу життя у молоді: зб. матеріалів XIV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю, м. Одеса, 7–9 жовт. 2021 р. Одеса, 2021. С. 68–69.
24. Wani S.A., Kumar P. Comparative study of chickpea and green pea flour based on chemical composition, functional and pasting properties. *Journal of Food Research and Technology*. 2014. Vol. 2, issue 3. P. 124–129.
25. Rachwa-Rosiak D., Nebesny E., Budryn G. Chickpeas – Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015. Vol. 55, issue 8. P. 1137–1145.
26. Desalegn B.B. Effect of soaking and germination on proximate composition, mineral bioavailability and functional properties of chickpea flour. *Food and Public Health*. 2015. Vol. 5, issue 4. P. 108–113.
27. Sreerama Y.N., Sashikala V.B., Pratape V.M., Singh V. Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 131, issue 2. P. 462–468.
28. Масляний бісквітний напівфабрикат «Феєрія»: пат. 111338 Україна: МПК А21D 13/08, А21D 2/00. № и 201604085; заявл. 14.04.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. №21/2016.

29. Масляний бісквітний напівфабрикат «Здоров'я»: пат. 109344 Україна: МПК А21D 13/08, А21D 2/00. № u 201601264; заявл. 15.02.2016; опубл. 25.08.2016, Бюл. №16/2016.

30. Безглютеновий бісквітний напівфабрикат оздоровчого призначення: пат. 135437 Україна: МПК А21D 13/066. № u 201901567; заявл. 18.02.2019; опубл. 25.06.2019, Бюл. №12/2019.

31. Бісквітний напівфабрикат: пат. 91967 Україна: МПК А21D 13/00. №u 201401375; заявл. 12.02.2014; опубл. 25.07.2014, Бюл. № 14/2014.

32. Бісквітний напівфабрикат «Сонечко»: пат. 87876 Україна: МПК А23G 3/00. №u 201309850; заявл. 08.08.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. №4/2014.

33. Бісквітний напівфабрикат для хворих на цукровий діабет: пат. 83917 Україна: МПК А21D 13/00. №u 201301748; заявл. 13.02.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. №19/2013.

34. Бісквітний напівфабрикат оздоровчо-профілактичного призначення: пат. 64455 Україна: МПК А23G 3/00. №u 201104159; заявл. 06.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21/2011.

35. Склад бісквітного напівфабрикату: пат. 115247 Україна: МПК А21D 13/06, А23L 33/16. №u 201610572; заявл. 19.10.2016; опубл. 10.04.2017, Бюл. №7/2017.

36. Склад бісквітного напівфабрикату: пат. 114860 Україна: МПК А21D 13/80. №a 201603707; заявл. 07.04.2016; опубл. 10.08.2017, Бюл. №15/2017.

37. Склад бісквітного напівфабрикату безглютенового: пат. 108458 Україна: МПК А23L 7/10, А23L 33/125, А21D 10/00, А21D 13/04, А23G 3/36. №a 201411597; заявл. 27.10.2014; опубл. 25.07.2016, Бюл. №14/2016.

38. Спосіб виробництва масляного бісквітного напівфабрикату: пат. 113114 Україна: МПК А21D 13/08. №a 201506564; заявл. 03.07.2015; опубл. 12.12.2016, Бюл. №23/2016.

39. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату зі шпинатом: пат. 147957 Україна: МПК А21D 13/14. №u 202100317; заявл. 28.01.2021; опубл. 23.06.2021, Бюл. №25/2021.

40. Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату: пат. 117479 Україна: МПК А21D 2/36, А21D 13/02. №и 201700767; заявл. 27.01.2017; опубл. 26.06.2017, Бюл. №12/2017.

41. Композиція для виготовлення бісквітного напівфабрикату з екстрактом стевії: пат. 142180 Україна: МПК А21D 13/80, А21D 2/10, А21D 2/36. №и 201908871; заявл. 22.07.2019; опубл. 25.05.2020, Бюл. №10/2020.

42. Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату з порічкою: пат. 129211 Україна: МПК А21D 2/36, А21D 13/80. №и 201804168; заявл. 16.04.2018; опубл. 25.10.2018, Бюл. №20/2018.

43. Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату з кавовим шламом: пат. 142966 Україна: МПК А21D 2/36, А21D 13/80. №и 201911298; заявл. 20.11.2019; опубл. 10.07.2020, Бюл. №13/2020.

44. Композиція бісквітного напівфабрикату: пат. 57577 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201007750; заявл. 21.06.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. №5/2011.

45. Композиція бісквітного напівфабрикату: пат. 55847 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201007785; заявл. 21.06.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. №24/2010.

46. Композиція для виготовлення бісквітного напівфабрикату: пат. 105972 Україна: МПК А21D 13/00. №и 201510284; заявл. 21.10.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. №7/2016.

47. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату: пат. 65573 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201106067; заявл. 16.05.2011; опубл. 12.12.2011, Бюл. №23/2011.

48. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату: пат. 72242 Україна: МПК А21D 13/08. №и 201201438; заявл. 13.02.2012; опубл. 10.08.2012, Бюл. №15/2012.

49. Композиція для виготовлення бісквітного напівфабрикату: пат. 83989 Україна: МПК А21D 13/00. №и 201303613; заявл. 22.03.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. №19/2013.

50. Композиція для виготовлення бісквітного напівфабрикату: пат. 94939 Україна: МПК А21D 13/00. №u 201405676; заявл. 26.05.2014; опубл. 10.12.2014, Бюл. №23/2014.

51. Композиція інгредієнтів для приготування масляного бісквітного напівфабрикату: пат. 59114 Україна: МПК А21D 13/08. №u 201009799; заявл. 06.08.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. №9/2011.

52. Композиція інгредієнтів для приготування бісквітного напівфабрикату безглютенового: пат. 57957 Україна: МПК А21D 13/08. №u 201009628; заявл. 02.08.2010; опубл. 25.03.2011, Бюл. №6/2011.

53. Спосіб виготовлення випеченого бісквітного напівфабрикату «Чернівецький» із використанням борошна «Здоров'я»: пат. 92654 Україна: МПК А23J 1/00. №u 201403374; заявл. 02.04.2014; опубл. 26.08.2014, Бюл. №16/2014.

54. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату «Улюблений Празький» з використанням дієтичних добавок: пат. 64433 Україна: МПК А21D 13/08. №u 201103967; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. №21/2011.

55. Спосіб виробництва випеченого бісквітного напівфабрикату «Зоряний» із борошном «Здоров'я» і кербом: пат. 92655 Україна: МПК А23J 1/00. №u 201403375; заявл. 02.04.2014; опубл. 26.18.2014, Бюл. №16/2014.

56. Ростовський В. С., Дібрівська Н. В., Пасенко В. Ф. Збірник рецептур. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 324 с.

57. ДСТУ 8001:2015. Бісквіти. Загальні технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.

58. Рисове борошно та його властивості. *Продукція, як вона є*. URL: <http://surl.li/ohexs> (дата звернення: 15.11.2023).

59. Основи харчування: підручник / М. І. Кручаниця та ін. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. 252 с.