

**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 «Бакалавр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
напівфабрикатів бісквітних з додаванням
кальцієвого збагачувача**

Виконав: здобувач вищої освіти 4курсу,
групи ХТ-2-21 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Сергій БЕРЕЗОВСЬКИЙ

Керівник: _____ Вікторія КАЛИНА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Березовському Сергію Анатолійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва напівфабрикатів бісквітних з додаванням кальцієвого збагачувача».

Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів з додаванням кальцієвого збагачувача. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Організація, об'єкти та методи дослідження. 3 Споживчі властивості харчової крейди. 4 Вивчення впливу добавки харчової крейди Епjee на якість бісквітного напівфабрикату. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Обговорення результатів досліджень. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Доцентка Вікторія КАЛИНА	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Огляд літератури	09.05-14.05.25	виконано
3	Організація, об'єкти та методи дослідження	15.05-16.05.25	виконано
4	Споживчі властивості харчової крейди	17.05-23.05.25	виконано
5	Вивчення впливу добавки харчової крейди Епjee на якість бісквітного напівфабрикату	24.05-31.05.25	виконано
6	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Сергій БЕРЕЗОВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник роботи _____ Вікторія КАЛИНА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва напівфабрикатів бісквітних з додаванням кальцієвого збагачувача»

Кваліфікаційна робота: 63 сторінки, 8 рисунків, 19 таблиць, 0 додатків, 54 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва бісквітного напівфабрикату збагаченого харчовою крейдою Enjee.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних параметрів процесу з якісними показниками отриманого продукту.

Метою роботи полягає у розробці та визначенні хімічного складу кальційвмісної добавки на основі крейди та бісквітних виробів з її використанням.

У структурі харчування населення, що змінилася, борошняні кондитерські вироби стали займати значне місце і вони з іншими харчовими продуктами є джерелом багатьох незамінних у харчуванні людини речовин.

Враховуючи, що борошняні кондитерські вироби є доступним продуктом харчування, розробка борошняних кондитерських виробів з підвищеним вмістом кальцію є досить актуальною проблемою для хлібопекарської та кондитерської промисловості України.

Використання комплексної харчової добавки на основі крейди, до складу якої входить не лише кальцій, але й інші макро- та мікроелементи, дозволить збагатити борошняні кондитерські вироби, що містять в основному рафіновані інгредієнти та незначну кількість фізіологічно цінних речовин, кальцієм та надати їм функціональних властивостей.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Харчова добавка, крейда активізована, кондитерські вироби, кальцій, продукти харчування, намоочуваність, пористість, зберігання.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Роль мінеральних речовин у харчуванні людини	9
1.2 Характеристика крейди як мінеральної сировини та особливість її промислової переробки	15
1.2.1 Хімічний склад та властивості отриманої в промислових умовах крейди	15
1.3 Способи збагачення борошняних виробів мінеральними речовинами	19
Висновки за розділом	22
2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1 Організація проведення досліджень	24
2.2 Об'єкти дослідження	25
2.3 Методи дослідження фізико-хімічних показників та органолептичних показників бісквітного тіста, готового бісквіту	26
2.4 Дослідно-лабораторне устаткування	30
Висновки за розділом	32
3 СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВОЇ КРЕЙДИ	33
3.1 Оцінка якості харчової крейди Enjee	33
3.1.1 Органолептичні та фізико-хімічні показники якості харчової крейди Enjee	33
3.1.2 Мінеральний склад крейди харчової Enjee активізованої	34
Висновки за розділом	36
4 ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ ХАРЧОВОЇ КРЕЙДИ ENJEE НА ЯКІСТЬ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ	37
4.1 Вплив внесення харчової крейди Enjee на властивості бісквітного тіста та якість випеченого бісквітного напівфабрикату	37
4.2 Вплив добавки харчової крейди Enjee на властивості бісквітного напівфабрикату при зберіганні	44

4.3 Дослідження впливу внесення крейди Enjee до складу бісквітного напівфабрикату на його намокання	46
Висновки за розділом	47
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	48
5.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з виробництва бісквітних напівфабрикатів	48
5.2 Утилізація відходів консервного виробництва	49
Висновки за розділом	50
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	51
6.1 Витрати на проведення досліджень	51
6.2 Визначення вартості дослідження	54
Висновки за розділом	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
БІБЛІОГРАФІЯ	58

ВСТУП

Метою галузі здорового харчування є збереження та зміцнення здоров'я населення, профілактика захворювань, пов'язаних з неправильним харчуванням, що може бути забезпечено створенням якісно нових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу, у тому числі продуктів функціонального призначення для попередження захворювань та зміцнення захисних функцій організму, зниження ризику впливу шкідливих речовин, а також ліквідації існуючого дефіциту вітамінів, макро-, мікроелементів У зв'язку з цим харчова промисловість бере активну участь у реалізації поставленої мети зі створення групи харчових продуктів функціонального призначення та збагаченого хімічного складу.

Масові обстеження українців, які проводяться інститутом харчування, свідчать про недостатність забезпечення мінеральними речовинами 90 % населення України. Залишається актуальним пошук нових ефективних мінеральних добавок, сировиною для виробництва яких може бути крейда.

Даних щодо використання харчової добавки у вигляді крейди під час виробництва борошняних кондитерських виробів не виявлено.

У структурі харчування населення, що змінилася, борошняні кондитерські вироби стали займати значне місце і вони з іншими харчовими продуктами є джерелом багатьох незамінних у харчуванні людини речовин. Серед них важливе місце займають мінеральні речовини, які належать до життєво необхідних компонентів харчування, що забезпечують розвиток та нормальне функціонування організму людини.

Враховуючи, що борошняні кондитерські вироби є доступним продуктом харчування, розробка борошняних кондитерських виробів з підвищеним вмістом кальцію є досить актуальною проблемою для хлібопекарської та кондитерської промисловості України.

Використання комплексної харчової добавки на основі крейди, до складу якої входить не лише кальцій, але й інші макро- та мікроелементи, дозволить збагатити борошняні кондитерські вироби, що містять в основному рафіновані

інгредієнти та незначну кількість фізіологічно цінних речовин, кальцієм та надати їм функціональних властивостей.

Мета роботи полягає у розробці та визначенні хімічного складу кальційвмісної добавки на основі крейди та бісквітних виробів з її використанням.

Для досягнення зазначеної мети вирішували такі завдання:

- вивчення ринку кальційвмісних харчових добавок та продуктів, збагачених кальцієм;
- визначення показників якості харчової крейди Enjee;
- дослідження впливу харчової крейди Enjee на властивості бісквітного тіста та готового бісквіту;
- розробка науково-обґрунтованих рецептур борошняних кондитерських виробів з використанням харчової крейди Enjee;
- розрахунок основних витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва бісквітного напівфабрикату збагаченого харчовою крейдою Enjee.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних параметрів процесу з якісними показниками отриманого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Роль мінеральних речовин у харчуванні людини

Мінеральні речовини відіграють важливу роль у життєдіяльності людини. Всі хімічні елементи тією чи іншою мірою беруть участь у життєдіяльності клітин та тканин організму людини і якщо багато хто з них не вважаються фізіологічно значущими, то тільки тому, що поки що для цього немає доказів [21]. Життєво необхідними (біогенними) елементами для організму людини є Al, Br, J, Fe, F, Zn, Si, Ca, Ni, Mn, Co. Ці метали необхідні організму у невеликих концентраціях і без них порушується нормальний обмін речовин.

Мінеральні речовини людина отримує з води та різних продуктів харчування.

У природних водах, що використовуються для питних цілей, вміст мікроелементів настільки низький, що надходження в організм людини з водою незначно в порівнянні з надходженням з їжею. З водою людина отримує 1 – 25 % добової потреби у мікроелементах.

Значення вмісту мінеральних елементів у продуктах залежить від низки факторів, характеру ґрунту, кліматичних умов, виду, сорту, технології переробки та інше.

Для людського організму характерні особливості біонакопичення мінеральних елементів, що виражаються в активному та вибіркового використанні елементів зовнішнього середовища для підтримки гомеостазу та побудови свого тіла незалежно від параметрів зовнішнього середовища, що широко змінюються. Мікроелементний гомеостаз може порушуватися при недостатньому надходженні есенційних мінеральних елементів.

Медики давно звернули увагу на те, що багато хвороб пов'язані з недостатністю надходження та вмісту в організмі есенційних мікроелементів.

Одним із найважливіших біогенних елементів є кальцій. Кальцій відіграє важливу роль у функціонуванні м'язової тканини, міокарда, нервової системи,

шкіри та, особливо, кісткової тканини [18]. Вміст кальцію в крові регулюється гормонами паращитовидної та щитовидної залоз. Найважливішу роль у цих процесах грає вітамін D. При надлишку в їжі фосфору і щавлевої кислоти засвоєння кальцію знижується, хоча у малих кількостях вони навпаки сприяють його всмоктування [4]. Підвищений прийом кальцію без адекватного прийому фосфору (у співвідношенні 2:1 або більше) може пригнічувати синтез або засвоєння вітаміну K, що теоретично може зменшити здатність крові до згортання [11]. При порушенні фосфорно-кальцієвого обміну в дітей розвивається рахіт, в дорослих – зміна складу скелета (остеомаліяція) [8].

Жовчні кислоти прискорюють його всмоктування. Оптимальне співвідношення кальцій: жир у їжі людини – 0,04 – 0,08 г кальцію на 1 г жиру [9].

Малорухливий спосіб життя, відсутність м'язового навантаження сприяє вимиванню кальцію з кісток. Поступове вимивання кальцію з кісток призводить до їх розм'якшення і розвитку остеопорозу [6].

Фосфор входить до складу фосфорно-органічних сполук: нуклеопротеїдів, фосфоліпідів, коферментів АТФ, АДФ, коензиму А та ін. У поєднанні з кальцієм входить до складу кісткової тканини, де його міститься до 85 % усієї кількості.

Фосфор бере участь у підтримці кислотно-лужної рівноваги, він перебуває у крові у іонному стані. Видаляється з організму у вигляді фосфорно-кислих солей через нирки [4].

За нестачі фосфору знижується працездатність, розвивається невроз, порушується обмін речовин. Його багато в м'ясі, печінці, рибі, яйцях, молоці, шпинаті, моркві [16].

Марганець також впливає на організм людини. Марганець входить до складу еритроцитів та бере участь у процесі кровотворення. Він також має виражений вплив на статевий апарат. Разом із міддю, цинком, молібденом та йодом марганець підвищує фагоцитозну активність лейкоцитів [8].

Вважають, що марганець підвищує в організмі вміст нікотинової кислоти, входить до складу рибофлавіну [24], сприяє накопиченню вітаміну А. Співвідношення міді та марганцю дорівнює 1:2,5 сприяє накопиченню вітамінів А

і С. в організмі [26]. При нестачі марганцю в їжі відзначається патологічна зміна кісток та суглобів. Солі марганцю знижують вміст цукру на крові, сприяють розпаду тканинних білків, зменшують явища атеросклерозу судин.

Марганець надходить в організм переважно з рослинною їжею. Всмоктування марганцю відбувається повільно в тонкому кишечнику, а за наявності надлишкової кількості кальцію та фосфору в їжі – і того повільніше [7].

Марганцю більше у продуктах рослинного походження: у зерні — 48,3 мг/кг, а в яйцях – 0,3 мг/кг, молоці – до 0,12 мг/кг. При тепловій обробці він руйнується.

Магній відіграє важливу роль реакції гідролізу АТФ, впливає на активність актоміозину і міозину, так як 10 % всього магнію пов'язано з цими білками [4].

Залізо – необхідний елемент в організмі людини. Розрізняють залізо гемінове (гемоглобін, цитохромоксидази, пероксидази, каталази), негемінове (тканинне залізо, феритину, гемосидерину, фєроаскорбату), залізо сироватки (сидерофімена, міоглобін) [27].

Найбільш багата на залізо печінка (84 мг/кг), сир (76,5 мг/кг), бобові (50 – 60 мг/кг), зернові (14 – 22 мг/кг), овочі (5 – 8 мг/кг), молоко (1,5 мг/кг). У зернових продуктах половина вмісту заліза знаходиться в невідомій формі, а в овочах і фруктах навпаки легко всмоктується в кишечнику.

Мідь покращує обмін білків, вуглеводів, жирів. Вона підвищує імунологічну стійкість та опірність організму до шкідливого впливу зовнішніх факторів. Мідь разом із йодом виявляють антиоксидантну дію. Є дані про необхідність забезпечення організму людини міддю для нормального засвоєння кальцію та фосфору, загоєння кісткової тканини. При нестачі міді настає параліч, порушення нервових утворень, облісіння, шизофренія, поява ендемічного зобу.

Нестача міді в організмі призводить до затримки росту та деградації головного мозку, аномальної будови трубчастих кісток, волосся, артеріального еластину, відсутності в нервових тканинах цитохромоксидази, порушується синтез багатofункціонального білка церулоплазміну, зменшується зв'язування сироваткового білка.

Цинк входить до складу інсуліну та нормалізує цукровий обмін. Він активізує гемоглобіноутворення у крові. Цинк пов'язаний з вітамінами В та С, підвищує імунобіологічну стійкість [10].

Нестача цинку спричиняє спадкове захворювання ентеропатичний апродерматит, що характеризується екзематозним порушенням шкіри, порушенням функції лейкоцитів, структури волосся, що супроводжується ентеритом. При цьому порушується всмоктування кальцію, міді, марганцю, заліза, вітаміну В₁₂ та інших [22].

Про вміст цинку у харчових продуктах даних мало. У продуктах тваринного походження міститься 1 – 10 мг/кг, рідше 20 мг/кг. Найбільш багаті на цинк бобові (5 – 50 мг/кг), зернові (3 – 15 мг/кг). У злаках його більше в оболонках, зародку. У плодах та фруктах частіше цинку міститься до 0,5 – 2,6 мг/кг. Багаті цинком гриби (до 40 мг/кг). Продукти тваринного походження є важливим джерелом цинку. У яловичому м'ясі його 5 – 50 мг/кг, свинині – 3 – 25, кролятині – 17 – 20, м'ясі птиці – 20 – 30 мг/кг. У печінці цинку вдвічі більше, ніж у м'язах. У м'ясі риб цинку 3,3 – 6 мг/кг, а курячих яйцях – 13 – 25 мг/кг, у молоці – 0,3 – 7,5 мг/кг.

Основним депо нікелю в організмі є печінка та нігті. Він виявлений також у крові, шкірі, селезінці, судинах. У людини цього мікроелементу міститься 12 мг (23 мкг/100 г). Багато нікелю в підшлунковій залозі, гіпофізі, чорній субстанції головного мозку. Позитивний баланс у людей можливий за умови споживання нікелю в кількості 3,39 – 8,49 мкг на добу [13].

Солі нікелю посилюють панкреатичну активність ліпази. За впливом на кровотворення нікель схожий на кобальт. Збільшується кількість еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів [9].

Хром є кофактором інсуліну для підтримки нормального рівня глюкози. Хром бере участь у діяльності ферментів (пексини) [16].

Нестача кобальту в харчуванні призводить до анемії, втрати апетиту. Відзначено позитивний вплив кобальту на накопичення вітамінів А, В, С та К. Він сприяє синтезу м'язових білків, впливає на обмін вуглеводів. Солі кобальту

призводять до повного засвоєння кальцію та фосфору. Кобальт впливає активізацію ферментів: гальмує активність тирозиніодадинази, гальмує дію цитохромоксидази, здійснює окислення йодидів в йод. Кобальт призводить до пригнічення функціональної діяльності щитовидної залози [19].

Нестача кобальту сприяє появі анемії, ендемічного зобу, нестачі чи відсутності вітаміну B₁₂ [12].

Багато кобальту в бобових (0,02 – 0,1 мг/кг), зернових продуктах (0,02 мг/кг), овочах (до 0,04 мг/кг), яловичині (0,02 – 0,04 мг/кг), коров'ячому молоці (до 0,43 мг/кг) [8].

З'єднання фтору надає твердість та білизну зубам. Оптимальний вміст фтору 07 – 10 мг/л. Багато фтору в злаках, грибах, гороху [26]. Надходить із їжею, водою. Добре вимивається з організму. Основна біологічна роль фтору пов'язана з його участю у розвитку зубів і кісткоутворення.

За наявності у воді фтору у кількості 0,5 мг/л у населення відзначається ураження зубів карієсом. Надмірне надходження фтору в організм викликає токсичну дію. Фтор добре відкладається в тканинах при спільному введенні вітаміну С. Пригнічує окислення ліпідів, пригнічує на щитовидну залозу [19].

Фтор у більшості продуктів міститься в частках міліграма в 1 кг ваги: у борошні та крупі – 0,2 – 1; у коренеплодах та овочах – 0,1 – 0,4; картоплі – 0,03 – 0,3; фруктах та ягодах – 0,05 – 0,2; у м'ясі тварин – 0,15 – 0,6; у молоці – 0,03 – 0,5; у яйцях – 0,05 – 0,3; у тканинах річкових риб – 0,09 – 0,4, морських риб – 0,15 – 2,5; у шкірі морських риб – 2 – 4,5.

Якщо у воді більше фтору 0,3 – 0,4 мг/л, питома вага їжі як постачальника фтору падає [19].

Молібден у продуктах найчастіше становить десяті частки міліграма на 1 кг. У бобових його вміст від 0,2 до 35 мг/кг; у злаках – 0,1-1,4; яловичому м'ясі – 0,2 – 0,5; печінки великої рогатої худоби – 1; печінки свинячий – 5,5; печінки курячою – 2,3; коров'ячому молоці – 0,04.

Потреба людського організму в молібдені становить 0,2 – 0,3 мг на добу, тобто 0,003 – 0,005 мг/кг, у раціоні дітей шкільного віку 0,2 – 0,3 мг на добу [8].

Селен є найсильнішим антиоксидантом, входить до складу ферменту глутатіонпероксидази, який руйнує ендоперекиси, що утворилися в процесі окислення ліпідів, діючи в синергізмі з вітаміном Е.

Селен міститься у багатьох продуктах, особливо морських. Його багато у бобових культурах [21]. При дефіциті селену в раціоні харчування в організмі можуть виникнути такі зміни: зниження імунітету, схильність до запальних захворювань, зниження функції печінки, кардіопатія, атеросклероз, онкологічні захворювання.

Основними причинами захворювань щитовидної залози є дефіцит йоду в організмі, спадковість, вплив радіації, токсичних речовин, несприятливі чинники довкілля, стрес [4].

Нестача йоду, наприклад, у період формування плода може призвести до тяжких порушень розвитку нервової системи, психіки та скелета.

Гіпотиреоз розвивається через дефіцит гормонів щитовидної залози в організмі [8]. Особливо чутливі до нестачі йоду діти шкільного віку [17]. В Україні від нестачі йоду страждає близько 70 % населення.

Застосування йоду у профілактичних цілях зупиняє розвиток зобної ендемії. Недостатність вітамінів призводить до зниження функції щитовидної залози. При нестачі вітаміну С знижується функціональна активність щитовидної залози та вміст йоду в організмі [10].

Вміст йоду в звичайних харчових продуктах невеликий – 4 – 15 мкг %. Також джерелом йоду для людини є м'ясо, молоко, яйця, овочі. Але слід враховувати, що при тривалому зберіганні та тепловій обробці їжі значна частина йоду (20 – 60 %) втрачається. Тому для попередження зобної хвороби до кухонної солі додають невелику кількість йодиду калію (25 мг на 1 кг солі). Термін зберігання такої солі не більше 6 місяців, тому що при зберіганні йод випаровується [9].

У районах, де мало захворювань на зоб, людина отримує йод в середньому з рослинною їжею 59 %, з тваринною – 33 %, з водою і повітрям – 4 % від добового надходження його в організм.

Якщо вміст доступного йоду в ґрунті 1,32 мг/кг, то в картоплі, що там росте – 0,23 мг/кг.

Вивчення властивостей йоду вже призвело до появи біологічно активних добавок, що містять мікроелемент йоду та можуть забезпечувати профілактику гіпотиреозу.

1.2 Характеристика крейди як мінеральної сировини та особливості її промислової переробки

1.2.1 Хімічний склад та властивості отриманої в промислових умовах крейди

В основу хімічного аналізу крейди покладено поділ її на 2 частини: карбонатну (розчинну в соляній та оцтовій кислотах) та некарбонатну (глину, мергелі, оксиди металів та ін.).

За класифікацією [7] в Україні крейду ділять на: крейда біла пишуча, крейда мергелиста, крейдоподібний вапняк. Більш докладна класифікація: КК – крейда комова, КМ – крейда мелена, ТП – для тварин і птахів, ВК – для виробництва комбікормів, С – сепарована, СГ – сепарована гідрофобізована, З – збагачений [16].

Йодкальційвмісна крейда харчова до 2006 р. не вироблялася. До 2000 [3] в Україні та країнах СНД виробляли крейду під різними марками:

- крейда комова (КК-1, КК-2, КК-3) для виробництва вапна, для потреб скляної, керамічної та ін. галузей промисловості;
- крейда подрібнена (КД-1, КД-2, КД-3) для всіх галузей промисловості, крім виробництва вапна;
- крейда мелена (КМ-1, КМ-2, КМ-3) для всіх галузей промисловості, крім виробництва вапна;
- крейда мелена тваринного підживлення (КМЖП) для потреб сільського господарства;
- крейда мелена виробництва комбікормів (КМВК) для потреб сільського

господарства – виробництва комбікормів;

- крейда мелена сепарована (КМС-1, КМС-2) для потреб кабельної, лакофарбової, радіотехнічної, полімерної та ін. галузей промисловості;
- крейда мелена очищена (КМО) для потреб лакофарбової, гумотехнічної, хімічної та ін галузей промисловості;
- крейда мелена для хімічної промисловості – КМХГТ-1; також крейда КХО-1, КХО-2 – готують для хімічної промисловості;
- крейда тонкодисперсна (КТД-1, КТД-2, КТД-3, КТД-4) використовується за відсутності марок КМС-1, КМС-2 як замінник;
- крейда мелена хімічно очищена (КХО-1, КХО-2) для потреб парфумерної, косметичної, гумотехнічної, медичної, харчової та інших галузей промисловості.

Чиста крейда має майже чистий карбонат кальцію з незначними домішками (%): MO - 0,3-0,7, Fe_2O_3 – 0,08-0,3, Al_2O_3 – 0,21-0,44, SiO_2 – 0,2 – 1,3, аморфні – 0,4, нерозчинні у воді речовини – 0,05-0,11 [16].

Таким чином, багато відомостей про хімічний склад крейди як будівельний матеріал. Вивчено основні мінеральні добавки, мало відомостей про йод. Відомо, що він присутній у малих кількостях. Докладно вивчена крейда як карбонат кальцію.

За своєю структурою крейда є м'якою нескладною тонкоподрібненою слабосцементованою породою білого кольору з різними відтінками (сіруватим, жовтуватим, зеленуватим). Крейда, що виробляється для паперової промисловості, повинна мати білизну не менше 81 %, для комбікормової промисловості – 9 %.

Крейда має невисоку міцність через мікроканали, утворені мікроорганізмами, які, харчуючись крейдою, пронизують її в різних напрямках. При просоченні крейди гліцерином, рициновою олією чітко проявляються ходи ілоєдів від 1 до 3 мм в діаметрі.

Міцність крейди залежить від її вологості, що важливо при подрібненні активізованої крейди. Тимчасовий опір стиску в повітряно-сухому стані

коливається від 1000 до 4500 кН/м². У сухої пухкої та щільної крейди модуль пружності 300 – 10000 МПа. Кут внутрішнього тертя крейди дорівнює 24 – 30°, зчеплення в умовах всебічного стиску – 700 – 800 кН/м.

Чим глибше залягає порода, тим більша її вологість. У верхній частині «сухої» крейди природна вологість близько 20 %, а в нижній частині «вологої» крейди – 25 – 40 %. При зволоженні крейди зменшується її міцність. При зміні вологості крейди від 1 – 2 % до 25 – 30 % міцність на стиск зростає у 2 – 3 рази, при цьому з'являються пластичні властивості. Відбувається прилипання крейди під час транспортування та переробки. Гігроскопічна вологість крейди 0,05 – 0,28 %. Місткість поглинання води 4,28 – 11,24 ммоль/100 г. Це забезпечує крейди гідрофільні властивості. Промисловість готує і гідрофобну крейду [17].

Крейда має сорбційні властивості, що залежать від її електричних властивостей [15].

Вироблену крейду промисловість оцінює за 31 показником якості. Смак і запах у крейди повинні бути відсутніми. Колір – білий. Коефіцієнт відбиття у крейди технічної дисперсної, збагаченої для гумової промисловості від 85 до 90 %.

Вміст вуглекислого кальцію у крейди кормової 85 – 96 %. В інших видів мала кількість вуглекислого кальцію і магнію 90 – 98,5 %. Масова частка нерозчинного осаду в соляній кислоті від 1 до 4,5 %, а у дисперсної та кормової крейди 6 та 5 %.

Масова частка води для грудкової крейди 20 % для порошкоподібної – 0,15; 2,0; 10 та 20 % [17].

Для кормової крейди враховується вміст отруйних речовин: фтористих сполук (до 0,02 %), миш'яку (до < 0,015 %), важких металів: свинцю, барію (до 0,008 %), а також домішок вуглекислого магнію, окису заліза, окису алюмінію і більше.

Відомо багато запатентованих способів переробки крейди. Наприклад, відомий спосіб отримання тонкодисперсної крейди, згідно з яким з крейди з вологістю понад 20 – 30 %, здобутої в кар'єрі, готують шлам з розрахунку 60 %

води та 40 % крейди, який усереднюють та відмучують. Потім його гідротранспортом подають до роторно-пульсаційного апарату, в якому відбувається подрібнення частинок крейдової пульпи. Після апарату подають пульпу на вакуум-фільтр. Отриманий крейдяний корж, з вологістю не більше 25 %, направляють на сушіння в полі високої частоти з напругою 1000 – 1500 В/см. Висушений матеріал має вологість 0,5 %, потім його подають до струменевого млина, де під дією холодного повітря з тиском 0,6 МПа шматочки крейди руйнуються до розмірів в середньому 1,6 мкм. Тонкість помелу становить 10460 см/г. Гранулометричний склад фракції 7 – 13 мкм 30 %, 1 – 3 мкм 70 % [12].

Відомий спосіб отримання наповнювача на основі карбонату кальцію. Сутність способу полягає в дробленні природної крейди, її сушінні при температурі 300 – 350 °С наступним охолодженням і подрібненням при температурі 115 – 130 °С, причому перед сушінням роздроблений карбонат кальцію з вмістом води 35 – 41 % під дією механічних і гідравлічних сил переводять у стійкий в'язко-пластичний пульпоподібний стан за участю додатково доданого дисперсанта в кількості не більше 0,15 % від маси крейди, після чого підготовлену суспензію частинок більше 45 мкм не більше 1 % і подають на сушіння.

Відомий спосіб отримання тонкодисперсної крейди, що застосовується для кормової добавки. Спосіб включає грубе дроблення вихідної крейди, магнітне сепарування, мокре розмучування з одночасним введенням дисперсantu в кількості 0,09 % маси крейди. Як дисперсант використовують триполіфосфат натрію або його суміш з вуглекислим натрієм у масовому співвідношенні 1:9. Далі з отриманої суспензії видаляють частинки розміром більше 5 мм на віброситі, піддають тонкому подрібненню в струминних дезінтеграторах, збагачують в гідроциклонах, проводять вторинне тонке подрібнення, відмивання суспензії водою, контрольне відсів і розпилювальне сушіння. Причому у проміжку між стадіями після тонкого подрібнення здійснюють збирання суспензії [13].

Спосіб дозволяє скоротити тривалість сушіння від 55,9 до 45,6 хв. і

отримати комплексну багатокomпонентну добавку мікро- і макроелементів, засвоювану завдяки високому ступеню подрібнення, а до недоліків слід віднести невисокий ступінь біодоступності йоду, що знаходиться у зв'язаному стані.

1.3 Способи збагачення борошняних виробів мінеральними речовинами

Значна частина населення України з досліджень, проведених інститутом харчування, споживає недостатню кількість мінеральних речовин. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є включення до щоденного раціону різноманітних спеціалізованих продуктів харчування, додатково збагачених недостатніми макро- та мікроелементами до рівня, що відповідає фізіологічним потребам людини.

З метою підвищення технологічності використання добавок мінеральних речовин ряд фірм освоїли виготовлення готових вітамінно-мінеральних сумішей. Пропонується для цього премікси, що містять вітаміни В₁, В₆, В₁₂, РР, фолієву кислоту, залізо та кальцій, як носій використовується борошно або цукрова пудра. Використання цих преміксів вирішує завдання збагачення хлібобулочних виробів мінеральними речовинами та вітамінами [5].

Для збагачення борошняних виробів кальцієм пропонується використовувати цитрат кальцію у суміші з пектином. Цитрат кальцію на відміну від інших препаратів кальцію – карбонатів, фосфатів, хлоридів, лактатів, глюконатів, гліцерофосфатів не викликає камнеутворення у нирках [9].

Для збагачення хліба мікроелементами використовуються пшеничні або соєві дієтичні висівки, овочеві та фруктові порошки [7].

Для підвищення біологічної, мінеральної та вітамінної цінності хлібобулочних виробів пропонують використання композицій на основі горохового рисового, гречаного пшонаного борошна у пшеничний хліб [7].

Для покращення мінерального складу бісквітного напівфабрикату розроблено нові види цих борошняних виробів з додаванням капустяного, морквяного та бурякового пюре у кількості до 20 % морквяного та бурякового, та

15 % капустиного [6].

Для виробництва виробів з пісочного тіста можливе використання нетрадиційних видів борошна: кукурудзяного, рисового, вівсяного, пшоняного, що мають багатий мінеральний склад у порівнянні з пшеничним борошном [6].

Збагачення здобних булочних виробів мінеральними речовинами та іншими важливими нутрієнтами можливе при використанні гарбузового, картопляного, яблучного, айвового та абрикосового пюре [6].

Розроблено бісквітні, пісочні тістечка та торти з додаванням овочевих та плодово-ягідних паст, що збагачують борошняні вироби мінеральними речовинами, вітамінами, харчовими волокнами [6].

Для збагачення мінеральними речовинами та надання функціональних властивостей до складу пісочного тіста для печива і тісто для макаронних виробів вводяться різні кальційвмісні добавки (лактат кальцію, гліцерофосфат кальцію, глюконат кальцію) [14, 15].

Є відомості про введення до рецептурного складу печива, хліба та хлібобулочних виробів кальційвмісної добавки [12].

Перспективно використовувати крейду у виробництві вафель чи хлібців, сухариків у кількості 1,5 – 2 %. Це дозволить отримувати вироби з ніжною структурою та збереженням хрустких властивостей протягом усього періоду зберігання [23].

У Японії [1] розроблено водорозчинну композицію на основі солі кальцію для виробництва борошняних виробів.

Запатентований спосіб отримання харчової добавки з рослинної сировини, обробленої вапняною водою з рН 13 – 14 [14], що рекомендується для виробництва борошняних виробів.

У виробництві борошняних кондитерських виробів використовується харчова добавка, що містить лактат кальцію, яка знижує рівень артеріального тиску [8].

Є багато робіт з харчового використання шкаралупи курячого яйця як мінеральної добавки. Зокрема, яєчну шкаралупу включають до дієтичних

хлібобулочних виробів [4, 18]. Вважають, що яєчна шкаралупа, включена в борошняні вироби, є хорошим засобом, що допомагає при радіоактивному зараженні, так як вона зменшує наявність в кістковому мозку радіоактивних речовин.

Як мінеральний збагачувач хлібних виробів рекомендують дрібнодисперсний кальційвмісний порошок із шкаралупи курячих яєць з розміром частинок до 40 мкм. Шкаралупа курячих яєць містить 27 мінеральних елементів, зокрема 90 % легкозасвоюваного кальцію [11, 12]. Рекомендовано вносити його в кількості 1 % до маси борошна пшеничного в тісто. При вживанні 200 г збагаченого хліба покривається добова потреба в кальції.

Розроблені нові види макаронних виробів профілактичного призначення, що мають покращений хімічний склад, у тому числі і за вмістом мінеральних речовин: «Білкові» - з додаванням нетрадиційних видів борошна – горохового, чечевичного, квасолевого, багатими мінеральними речовинами; капусти, як джерела йоду; «Стимул» з додаванням горобини та обліпихи, що мають багатий мінеральний склад, «Покращені» з додаванням яєчної шкаралупи та глюконату кальцію для збагачення кальцієм.

Як джерело мінеральних речовин, харчових волокон, вітамінів розроблені овочеві цукрвмісні пасти з картоплі та: цукрових буряків, рекомендовані для нових продуктів харчування профілактичного призначення [15].

Запатентований спосіб отримання борошняних виробів, де як мінеральний збагачувач використовують двостулкових молюсків [17].

Борошняні вироби збагачуються продуктами реакції селенату натрію з цистеїном, що позитивно впливає на імунну та детоксикаційну системи та інші загальні механізми адаптаційно-приспосувальних реакцій [15].

Для виробництва хлібобулочних виробів використовується покращувач, який містить борошно бобових культур, органічні кислоти, молочні білки, вуглеводи та ацетат кальцію. Застосовується у кількості 5 % (від маси борошна) при виробництві хліба із суміші житнього (30 %) та пшеничного (70 %) борошна прискореним способом із тривалістю бродіння тіста 30 хвилин [6].

Проведено наукові дослідження крейди активізованої на предмет харчового використання. Вона призначена для використання у вигляді мінеральної добавки – біологічно доступної для організму людини, оскільки є дозрілою сировиною тваринного походження [12].

Проведені дослідження дозволили встановити найпотужніший на сьогоднішній день. ранозагоювальний засіб на основі крейди, про що свідчать патент та дослідження [11].

Добре поєднується крейда з лікарськими рослинами в рецептурі для хлібобулочних виробів [17], макаронних виробів [13].

Для поліпшення мінерального складу хлібобулочних виробів пропонується вводити в якості добавок йодистий калій, глюконат натрію [18], а також глюконат кальцію або порошок ячної шкаралупи (0,3 % в масі тіста) [14].

Розроблено желуючі продукти з підвищеним вмістом кальцію [11].

Про створення продуктів з підвищеним вмістом йоду, приготованих на основі (або як добавку) морської капусти або йодованої солі, багато наукових праць [6].

Кожна з них використовується як цінна харчова добавка до хлібобулочних, кондитерських, кисломолочних, овочевих консервів та ін.

Як йодат, так і йодид калію знаходять своє застосування і при виробництві покращувачів окисної дії з метою покращення структури хлібопекарського тіста та якості готових виробів.

Дозування йодиду та йодату калію як покращувачів залежать від сорту борошна, його хлібопекарських властивостей та інтенсивності механічних впливів на тісто. Наприклад, оптимальною кількістю йодату калію вважається 0,004 – 0,008 % маси борошна 1 сорту. Чим вище вихід борошна, чим воно слабше, тим вище оптимальне дозування [19].

Висновки за розділом

Статистичні дані свідчать про недостатність забезпечення мінеральними

речовинами 90 % населення України. Залишається актуальним пошук нових ефективних мінеральних добавок, сировиною, для виробництва яких може бути крейда.

Природна крейда має всі підстави для використання її як основи харчової добавки. Вона містить у вигляді домішок до карбонату кальцію 37 мінеральних елементів, серед них присутні всі відомі антиоксиданти.

Даних щодо використання харчової добавки у вигляді крейди при виробництві борошняних кондитерських виробів у науковій літературі не виявлено.

Мета роботи полягає у розробці та визначенні хімічного складу кальцієвмісної добавки на основі крейди та бісквітних виробів з її використанням.

Для досягнення зазначеної мети вирішували такі завдання:

- вивчення ринку кальцієвмісних харчових добавок та продуктів, збагачених кальцієм;
- визначення показників якості харчової крейди Enjee;
- дослідження впливу харчової крейди Enjee на властивості бісквітного тіста та готового бісквіту;
- розробка науково-обґрунтованих рецептур борошняних кондитерських виробів з використанням харчової крейди Enjee;
- розрахунок основних витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва бісквітного напівфабрикату збагаченого харчовою крейдою Enjee.

Предмет дослідження – зв'язок технологічних параметрів процесу з якісними показниками отриманого продукту.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Організація проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводились відповідно до поставлених завдань на кафедрі «Харчові технології» Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дослідження проводились поетапно. Схема проведення експерименту представлена рисунку 2.1. У першому етапі проводилося теоретичне обґрунтування напрямів дослідження. Для цього проводився патентний пошук, а також проводився аналіз літературних даних.

Другий етап присвячений визначенню мінерального складу харчової добавки, крейди Enjee.

На третьому етапі роботи досліджувався вплив заміни борошна в бісквітному напівфабрикаті харчовою крейдою Enjee на показники якості бісквітного тіста, готового бісквіту.

На четвертому етапі розроблялися нові види борошняних кондитерських виробів – бісквітний напівфабрикат з використанням харчової крейди Enjee.

На цьому ж етапі визначалися органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники нового виду борошняних кондитерських виробів, розроблялась технологічна карта на бісквітний напівфабрикат.

На п'ятому етапі проводився розрахунок вартості проведених досліджень з використання харчової крейди Enjee під час виробництва борошняних кондитерських виробів.

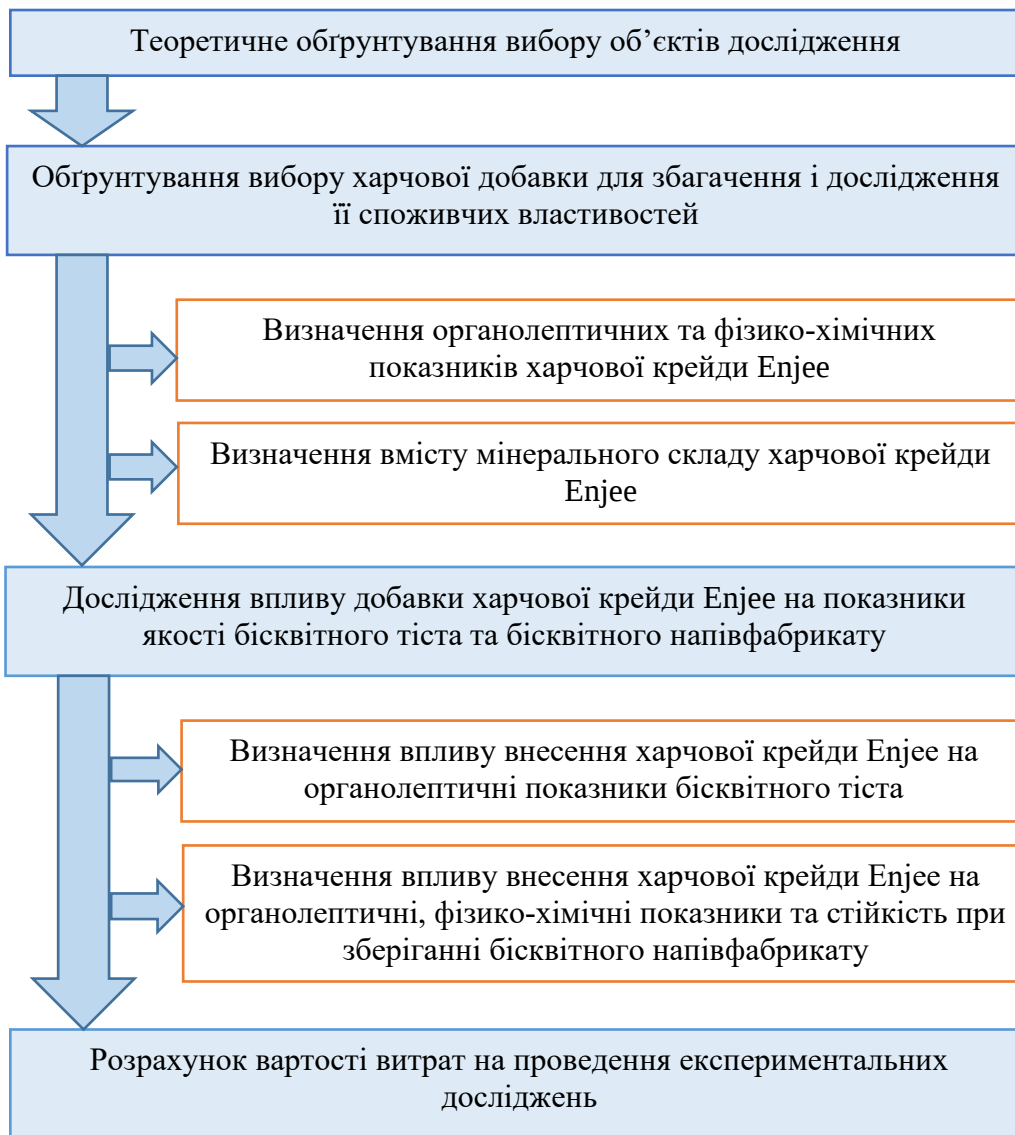


Рисунок 2.1 – Схема проведення експерименту

2.2 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження були:

- крейда харчова Enjee у вигляді порошку та суспензії;
- лабораторні зразки бісквітного тіста, готового бісквіту;
- лабораторні зразки бісквітного тіста, напівфабрикату з крейдою Enjee у вигляді порошку.

Добавку харчової крейди Enjee вносили при приготуванні бісквітних напівфабрикатів замість борошна.

Для проведення досліджень використовували таку сировину:

- борошно пшеничне вищого ґатунку (ДСТУ 46.004-99);
- крохмаль картопляний (ДСТУ 4286);
- цукор-пісок (ДСТУ 4374:2005);
- меланж, яйця (ДСТУ 5028:2008).

2.3 Методи дослідження фізико-хімічних показників та органолептичних показників бісквітного тіста, готового бісквіту

Рецептура лабораторних зразків бісквітних напівфабрикатів представлена таблиці 2.1.

Органолептичну оцінку бісквітного тіста проводили згідно з шкалою бальної оцінки, наведеною в таблиці 2.2.

Аналіз випеченого бісквітного напівфабрикату проводили після остигання, але не пізніше ніж через 24 години.

Таблиця 2.1 – Рецептатура лабораторних зразків бісквітного напівфабрикату

Найменування показників якості	Контроль	Кількість крейди, замість борошна, %					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Борошно з крейдою	-	100	100	100	100	100	100
в.т.ч. крейда харчова активізована		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Крохмаль картопляний	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
Цукрова пудра	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7	123,7
Меланж	205,7	205,7	205,7	205,7	205,7	205,7	205,7
Всього сировини	454	454	454	454	454	454	454

Таблиця 2.2 – Шкала бальної оцінки якості бісквітного тіста

Показник якості	Рівень якості	Характеристика рівня якості
1. Консистенція	5	пишна, добре насичена повітрям
	4	досить пишна
	3	недостатньо пишна
	2	непогана, швидко осідає
	1	осіла, ненасичена повітрям
2. Колір	5	рівномірний кремовий
	4	недостатньо рівномірний кремовий
	3	недостатньо рівномірний кремовий, блідий
	2	нерівномірний, блідий
	1	блідий з невластивими відтінками (сірими, жовтими тощо)

Питомий об'єм бісквітного напівфабрикату визначали із застосуванням дрібного зерна (просо), попередньо звільненого від сторонніх домішок просіюванням. Підготовленим зерном заповнювали з надлишком ємність визначення об'єму. Надлишок зерна зсипали, згрібаючи ребром лінійки, і видаляли. Зразок поміщали в зерно, а об'єм витісненого зерна вимірювали мірним циліндром. Зразок зважували. Питомий об'єм обчислювали за такою формулою:

$$V_{\text{пит}} = \frac{V}{M} \quad (2.1)$$

де $V_{\text{пит}}$ – питомий об'єм;

V – витіснений об'єм;

M – маса виробу, г.

Визначення пористості бісквітних напівфабрикатів проводили за ДСТУ 4683:2006.

Намокання бісквітних напівфабрикатів у сиропі визначали наступним чином. Пробу виробів у кількості 100 г поміщали в заздалегідь зважену чашку і

зважували з похибкою $\pm 0,05$ г. Чашку закривали кришкою, зміцнювали на ручці і занурювали в приготований сироп для промокання бісквітних напівфабрикатів на 1, 2, 3, 4, 5 годин, підвішуючи чашку на борт ємності з сиропом за верхній гачок. Чашка повинна бути в ємності з сиропом на відстані не менше 1 см від дна і повинна бути повністю покрита сиропом.

Після закінчення витримування чашку виймали з сиропу, зміцнювали над поверхнею сиропу на борту ємності з сиропом на нижньому гачку і витримували 2 хв. Потім чашку злегка струшували для видалення сиропу, що залишився, знімали ручку і кришку, витирали зовні і вдруге зважували. При цьому частки до 0,25 включно відкидали, від 0,25 до 0,75 урівнювали до 0,5, а понад 0,75 урівнювали до одиниці.

Намокання обчислювали за формулою:

$$H = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

де H – намокання, %;

m_1 – маса проби виробів до намокання; г;

m_2 – маса проби виробів після намокання.

Органолептичну оцінку готових бісквітних напівфабрикатів проводили згідно з шкалою бальної оцінки, наведеною в таблиці 2.3.

Визначення хімічного складу бісквітного напівфабрикату без добавки харчової активізованої крейди та з добавкою визначали за такими показниками:

- масова частка води за ДСТУ 4683:2006;
- вміст білка методом К'ельдаля;
- вміст золи за методикою наведеною в [17];
- мінеральний склад методом плазмової емісійної спектrophотометрії, попередньо проводячи озолення.

Обробку статистичних даних результатів дослідження здійснювали на комп'ютері із застосуванням програмних пакетів Microsoft Excel.

Таблиця 2.3 – Шкала бальної оцінки якості спеченого бісквітного напівфабрикату

Показник якості виробу	Рівень якості	Характеристика рівня якості
1	2	3
1. Зовнішній вигляд	5	з рівною поверхнею кірочки та однаковою висотою сторін, без тріщин
	4	з менш рівною поверхнею скоринки з відхиленням висоти сторін до 1 см, з тріщинами загальною площею не більше 10 мм ² на поверхні площею 100
	3	з хвилястою поверхнею скоринки або відхиленням сторін за висотою більше 1 см, з тріщинами площею від 10 мм ² до 20 мм ²
	2	з нерівною, шорсткою поверхнею скоринки з тріщинами площею від 20 мм ² до 30 мм ²
	1	з нерівною, шорсткою поверхнею скоринки з тріщинами площею понад 30 мм ²
2. Колір	5	рівномірний світло-коричневий
	4	нерівномірний від світло-коричневого до темно-коричневого
	3	рівномірний коричневий
	2	нерівномірний від коричневого до темно-коричневого
	1	рівномірний темно-коричневий
3. Консистенція	5	пори дрібні тонкостінні рівномірні по всій поверхні зрізу, без ознак непромісу
	4	до 90 % до загальної кількості пори тонкостінні та дрібні, до 10 % - більші з товстими стінками, без ознак непромісу
	3	до 90 % до загальної кількості пори тонкостінні та дрібні, до 10 % - більш великі з товстими стінками менш рівномірний зі слабкими ознаками непромісу
	2	пори неоднорідні за розміром та товщиною стінок зі слабкими ознаками непромісу
	1	пори нерівномірні з непромісом

1	2	3
4. Смак та запах	5	приємний ніжний, властивий бісквіту
	4	досить приємний властивий бісквіту, з легким, що легко зникає присмаком та запахом
	3	нехарактерний, невиражений
	2	з невластивим слабовираженим присмаком (запахом)
	1	з невластивим сильно вираженим присмаком

Отже, аналіз ринку показав, що ситуація з виробництвом товарів, що містять кальцій на українському ринку нині складається вдало. Найгірша справа з виробництвом профілактичних продуктів харчування, що містять підвищену кількість кальцію та йоду в легкозасвоюваній формі.

При розгляді множинної сегментації цільового ринку встановлено, що в ньому немає харчових добавок природної харчової крейди Enjee.

2.4 Дослідно-лабораторне устаткування

Проведення експериментальних досліджень відбувалося в умовах навчальних лабораторій кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Для забезпечення якісного проведення експериментальних досліджень, нами було використаного ряд лабораторного устаткування, а саме мельниця лабораторна (рис. 2.2), комплект для випікання бісквітних напівфабрикатів, який складається із пароконвектомату та вистоювальної шафи (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Мельниця лабораорна



Рисунок 2.3 – Комплект для вистоювання та випікання бісквітних напівфабрикатів

Висновки за розділом

В запропонованому розділі кваліфікаційної роботи, розглянуто основні моменти організації проведення експериментальних досліджень, визначено об'єкти дослідження, охарактеризовано методи дослідження фізико-хімічних показників та органолептичних показників бісквітного тіста, готового бісквіту.

3 СПОЖИВЧІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВОЇ КРЕЙДИ

3.1 Оцінка якості харчової крейди Enjee

Якість крейди Enjee визначали за органолептичними та фізико-хімічними показниками, мінеральним складом, наявністю йоду (якісна реакція).

3.1.1 Органолептичні та фізико-хімічні показники якості харчової крейди Enjee

Органолептичні показники харчової крейди Enjee наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники харчової крейди Enjee

Найменування показника	Характеристика	
	порошок	суспензія
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний порошок без сторонніх включень	Суспензія без сторонніх включень
Колір	Білий	Білий

При визначенні фізико-хімічних показників визначали: масові частки вуглекислого кальцію і магнію вуглекислого, вміст кальцію фотометричним методом на фотоколориметрі КФК-2, вміст нешкідливих домішок, залишок на ситі, вміст йоду іонометричним методом.

Фізико-хімічні показники добавки крейди Enjee представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічні показники крейди активізованої

Найменування показників	Порошок	Суспензія
Масова частка вуглекислого кальцію та вуглекислого магнію в перерахунку на вуглекислий кальцій, %	99,2	не менше 98
Масова частка кальцію у тому числі, %:	34,7	не менше 34
- масова частка нешкідливих домішок (оксиду заліза, алюмінію та ін.)	0,3	не більше 0,4
- масова частка вологи	0,1	не більше 50
- масова частка заліза, що відокремлюється магнітом	0,018	не більше 0,02
Залишок на ситі № 45, %	0,1	не більше 0,2
Масова частка йоду, мкг/г	1	не менше 0,5
Масова частка твердих речовин для крейди КАС, %	-	не менше 50

3.1.2 Мінеральний склад крейди харчової Enjee активізованої

Мінеральні речовини (Ca, Al, Si) визначали фотометричним методом на фотометрі КФК-2.

Вміст йоду встановлювали іонометричним методом та за методичними вказівками.

Мінеральний склад добавки крейди активізованої представлений у таблицях 3.3 – 3.4.

Таблиця 3.3 – Вміст макроелементів в крейді харчовій Enjee

Елементи	Символи	Вміст, мг/г
Кальцій	Ca	347,00
Кремній	Si	4,80
Алюміній	Al	0,82
Фосфор	P	0,37
Марганець	Mn	0,13
Магній	Mg	5,00
Залізо	Fe	4,30
Сірка	S	0,40
Стронцій	Sr	0,11

Таблиця 3.4 – Вміст мікроелементів в крейді харчовій Enjee

Елементи	Символи	Вміст, мкг/г
Бром	Br	30,0
Барій	Ba	21,0
Ванадій	V	20,0
Цинк	Zn	10,0
Титан	Ti	8,8
Нікель	Ni	7,0
Бор	B	4,0
Свинець	Pb	4,0
Миш'як	As	3,0
Мідь	Cu	3,0
Хром	Cr	3,0
Олово	Sn	3,0
Цирконій	Zr	2,3
Спандій	Sc	2,0
Кобальт	Co	1,4
Уран	U	1,1
Рубідій	Rb	1,0
Селен	Se	1,0
Йод	I	1,0

В крейді Епјее також виявлено цілу низку мікроелементів у кількостях від 0,1 до 30 мкг/кг. Виявлено селен, йод, фтор та інші метали-антиоксиданти, що впливають на антиоксидантні властивості крейди.

Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи було визначено показники якості харчової добавки крейди Епјее, визначено оорганолептичні та фізико-хімічні показники якості харчової крейди, а також визначено її мінеральний склад.

4 ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ ХАРЧОВОЇ КРЕЙДИ ENJEE НА ЯКІСТЬ БІСКВІТНОГО НАПІВФАБРИКАТУ

Крейда Enjee є мультикомпонентним препаратом мінеральних речовин, який запобігає окислювальним процесам. Відрізняється крейда тим, що крім легких мінеральних речовин, наприклад, йоду, містить у комплексі всі мінеральні речовини, при дуже низькому вмісті нітратів.

При харчовому використанні крейди в кількості, розрахованій відповідно до норми споживання, карбонат кальцію переходить у шлунковому соку в добре розчинний стан.

Тому біологічна здатність поглинання кальцію клітинами організму є досить високою.

4.1 Вплив внесення харчової крейди Enjee на властивості бісквітного тіста та якість випеченого бісквітного напівфабрикату

Метою досліджень була розробка науково-обґрунтованих рекомендацій щодо використання крейди Enjee у виробництві бісквітного напівфабрикату. Для досягнення поставленої мети встановлювали оптимальне дозування добавки та досліджували її вплив на властивості тіста та якість випеченого бісквітного напівфабрикату.

Дозування крейди у вигляді сухого порошку визначали з вмісту кальцію в ньому 347 мг/г.

Виходячи з цього, до складу бісквітного напівфабрикату вносили сухий порошок крейди Enjee в кількості від 0,5 – 3 % замість борошна. Як контрольний зразок була використана рецептура основного бісквітного напівфабрикату №1. Рецептура лабораторних зразків тіста наведено у таблиці 2.1.

Тісто готували холодним способом. Меланж і цукровий пісок збивали при швидкості 210 об/хв до збільшення маси в об'ємі в 2,5 – 3 рази . Тісто замішували з борошном протягом 15 с. Потім тісто виливали в розбірну форму, викладену

пергаментом і випікали бісквітні напівфабрикати завтовшки не менше 30 мм.

Тривалість випікання 50 – 60 хвилин за 195 – 200 °С. Готовність визначали за кольором скоринки та пружності бісквітного напівфабрикату. Випечений бісквітний напівфабрикат охолоджували протягом 20 – 30 хв та виймали з форми. Після випікання бісквітний напівфабрикат витримували 24 години при температурі 15 – 20 °С.

Технологічна схема виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням харчової крейди Enjee представлена на рисунку 4.1.

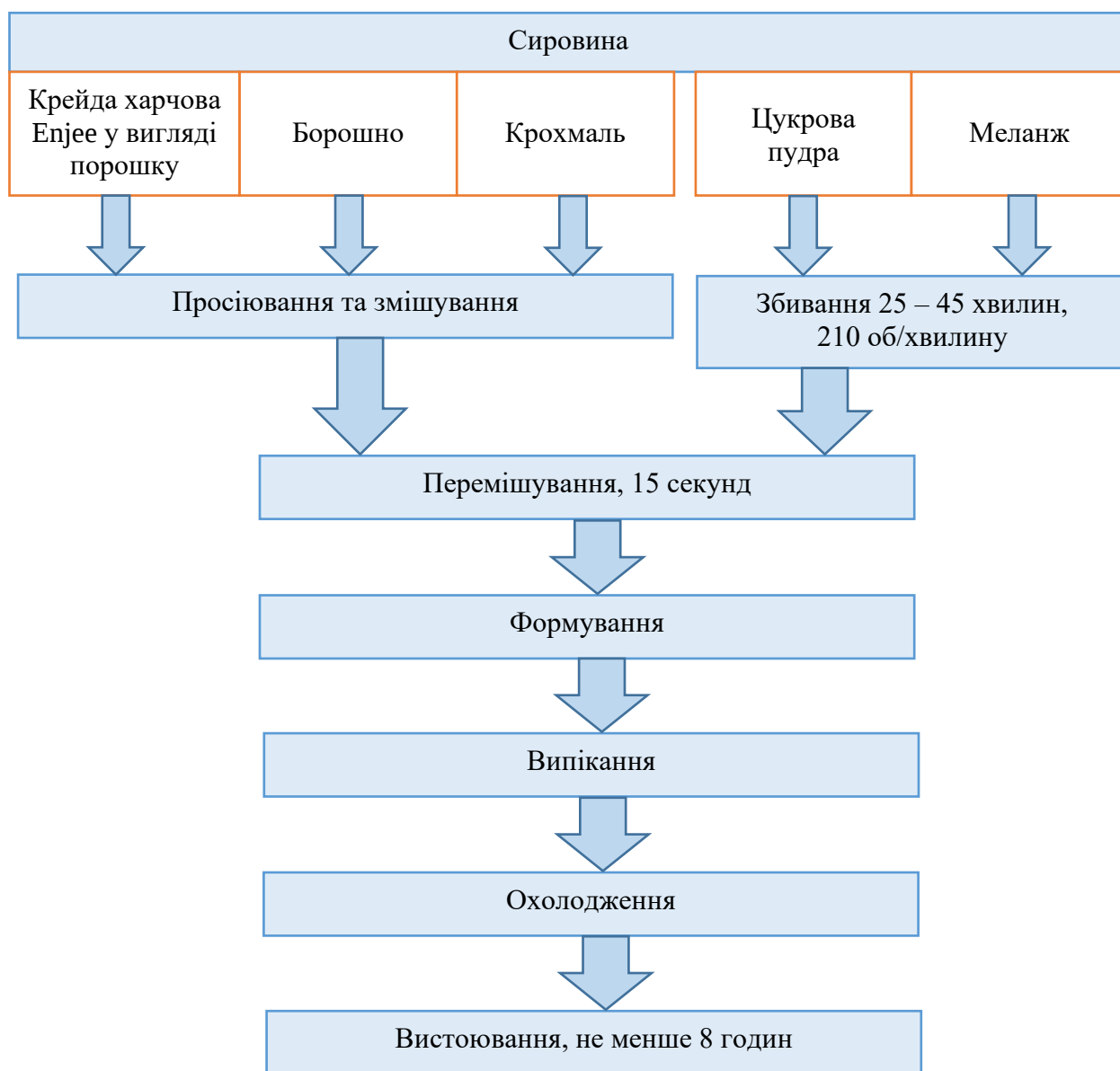


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва бісквітного напівфабрикату з додаванням харчової крейди Enjee

Органолептичні показники бісквітного тіста оцінювали за консистенцією та кольором з використанням п'ятибальної шкали (рис. 4.2).

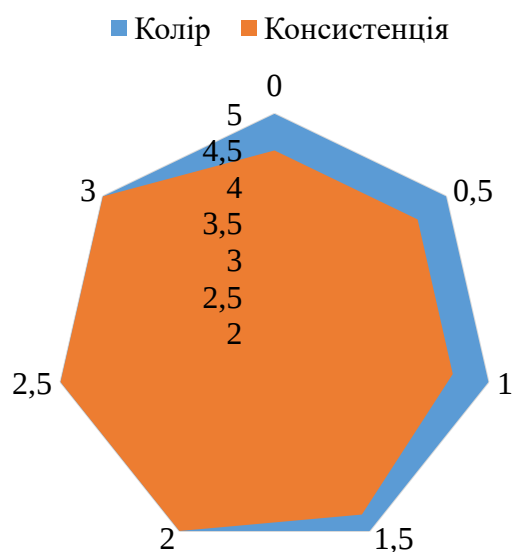


Рисунок 4.2 – Характеристика бісквітного тіста з додаванням харчової крейди Enjee

Як видно з результатів органолептичної оцінки бісквітного тіста, представлених на рисунку 4.2, при внесенні крейди Enjee консистенція тіста в міру збільшення дозування добавки покращувалася, а колір ставав світлішим.

Якість готового бісквітного напівфабрикату визначали за органолептичними показниками: зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак. Оцінку здійснювали за п'ятибальною системою шкал (рис. 4.3).

Результати досліджень, представлені рисунку 4.3, показують, що органолептичні показники бісквітного напівфабрикату не погіршилися під час введення крейди Enjee. Вироби характеризувалися рівномірно розвиненою пористістю, ніжним та еластичним м'якушем, властивими традиційному бісквітному напівфабрикату смаком та ароматом.

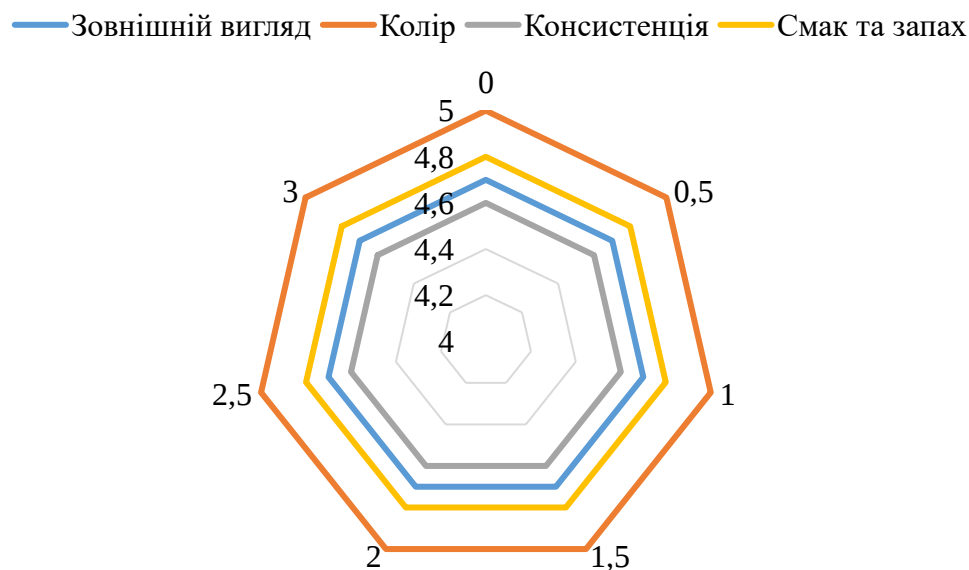


Рисунок 4.3 – Органолептична характеристика бісквітного напівфабрикату з додаванням харчової крейди Енїее замість борошна

Внесення крейди Енїее до складу бісквітного напівфабрикату сприяло освітленню м'якишу бісквітного напівфабрикату.

Результати дослідження бісквітного напівфабрикату за фізико-хімічними показниками наведено у таблиці 4.1.

З результатів досліджень, наведених у таблиці 4.1 видно, що при введенні харчової крейди Енїее до складу бісквітного напівфабрикату знижується його вологість на 0,2 – 4,7 %. Якість бісквітного напівфабрикату покращується: питомий об'єм підвищується на 3,6 – 7,9 %, пористість на 0,5 – 1,5 % та стисливість м'якушків на 0,1 – 3,1 %.

Можливо, це зумовлено стабілізуючими властивостями добавки крейди Енїее. Складові мінерального комплексу добавки крейди Енїее, ймовірно, взаємодіють із компонентами рецептури бісквітного напівфабрикату: борошном, цукром та яєчними продуктами. При цьому утворюються комплекси з білком, крохмалем і жиром, що входять до складу бісквітного напівфабрикату, які сприяють підвищенню пористості, об'єму та стисливості м'якушу бісквітного напівфабрикату.

Таблиця 4.1 – Показники якості бісквітних напівфабрикатів

Зразки	Вологість м'якішу, %	Питомий об'єм, 10^5 м ³ /кг	Пористість, %	Загальна стисливість м'якішу, од. пр. АП 4/2
Контроль	27,0	343	74,3	180,2
З добавкою харчової крейди Епjee, %				
0,5	26,8	362,5	74,8	180,4
1,0	25,6	361,2	75,1	181,6
1,5	24,4	366,0	75,8	182,9
2,0	23,0	368,6	75,3	183,1
2,5	22,8	369,4	75,5	184,5
3,0	22,3	370,2	75,8	185,7

У зв'язку з тим, що при внесенні крейди Епjee вологість бісквітних напівфабрикатів знижується на 0,2 – 4,7 % вміст білків підвищується на 0,2 – 0,5 %, вуглеводів – на 0,1 – 1,9 % у 100 г бісквітного напівфабрикату (рис. 4.4, 4.5).

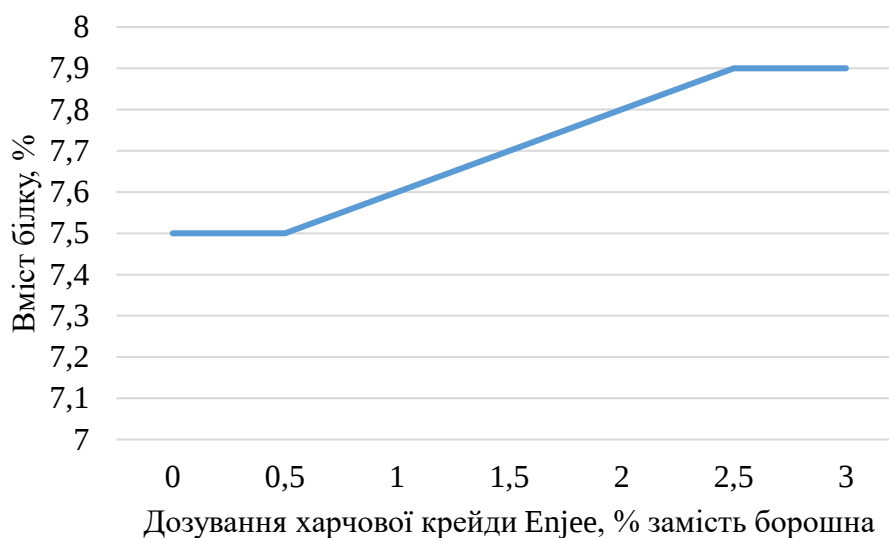


Рисунок 4.4 – Вміст білків в бісквітному напівфабрикаті залежно від кількості внесеної харчової крейди Епjee

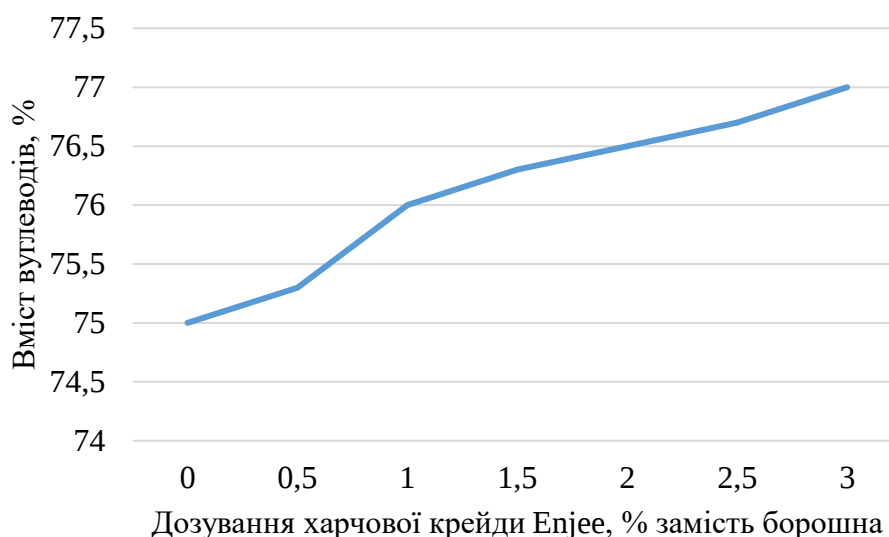


Рисунок 4.5 – Вміст вуглеводів залежно від кількості внесеної харчової крейди Enjee

Визначено вміст кальцію у бісквітному напівфабрикаті. З рисунка 4.6 видно, що зі збільшенням дозування харчової крейди Enjee замість борошна вміст кальцію в напівфабрикаті бісквіту збільшується в 7,7 – 7,8 %.

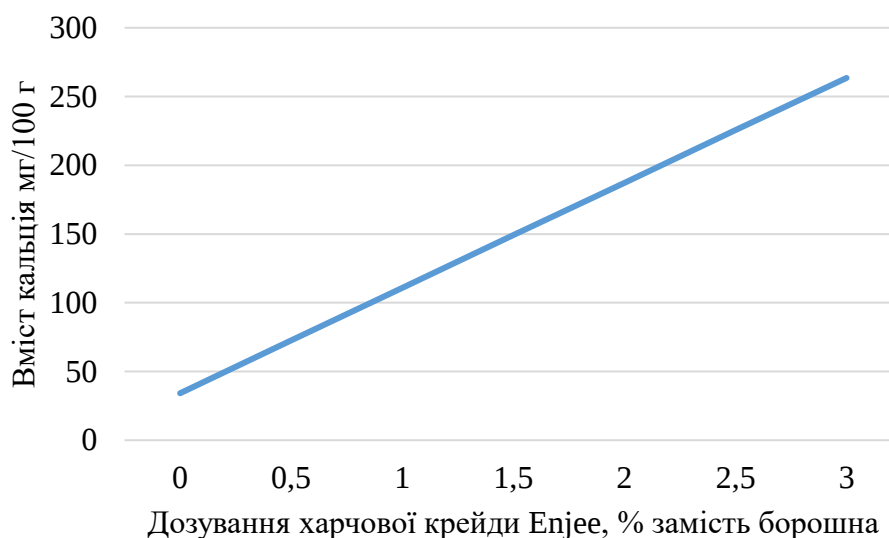


Рисунок 4.6 – Вміст кальцію в бісквітному напівфабрикаті з додаванням харчової крейди Enjee

Таким чином, внесення харчової крейди Епjee замість борошна, покращує фізико-хімічні показники бісквітного напівфабрикату, незначно змінює органолептичні показники. Зниження вологості бісквітного напівфабрикату при додаванні крейди Епjee сприяло збільшенню вмісту білків та вуглеводів. Зі збільшенням дозування крейди Епjee, бісквітний напівфабрикат збагачується мінеральними речовинами. Вміст кальцію в бісквітному напівфабрикаті з додаванням 3 % активної крейди становить 262 – 263,5 мг/100г, що відповідає 30 – 35 %-добової потреби в кальції організмом людини.

У зв'язку з цим цей варіант приготування бісквітного напівфабрикату було прийнято як оптимальний. Він мав трохи опуклу форму, дрібнозернисту структуру, еластичну консистенцію, світло-коричневий колір поверхні, світло-золотистий колір м'якуш; запах і смак, властиві бісквітному напівфабрикату; при розжовуванні в міру щільний; менш вологий, ніж контрольний зразок; без відчуття хрускоту.

Рецептура бісквітного напівфабрикату з додаванням 3 % харчової крейди Епjee замість борошна наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Рецептатура бісквітного напівфабрикату «Кальцієвмісний»

Найменування сировини та показників	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 10 кг напівфабрикату, г	
		у натурі	у сухих речовинах
Борошно пшеничне вищого гатунку	85,50	2727,64	2332,13
Крохмаль картопляний	80,00	694,00	555,2
Харчова крейда Епjee	99,85	84,36	84,23
Цукрова пудра	99,85	3471,00	3465,79
Меланж	27,00	5785,00	1561,95
Разом	-	12762,00	7999,3
Вихід бісквітного напівфабрикату	76,00	10000,00	7600
Вологість, %	-	24	

Так як крейда Enjee є комплексною мінеральною добавкою і містить не лише кальцій, але й інші елементи нами було визначено мінеральний склад бісквітного напівфабрикату з додаванням 3 % активної крейди.

Результати досліджень представлені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вміст деяких мінеральних речовин у бісквітних напівфабрикатах з додаванням 3 % крейди Enjee замість борошна

Найменування	Найменування бісквітних напівфабрикатів	
	контроль	з додаванням 3 % крейди Enjee замість борошна
Зола, %	1,4	1,7
Фосфор мг/100 г	124,3	173,0
Калій мг/100 г	60,6	83,5
Натрій мг/100 г	59,0	77,0
Магній мг/100 г	16,6	20,8
Залізо мг/100 г	3,8	15,4

Результати досліджень, наведені в таблиці 4.3 показують, що внесення крейди Enjee в бісквітний напівфабрикат підвищує в ньому вміст фосфору в 1,39, калію – в 1,4, натрію – в 1,8, магнію – в 1,5, заліза – в 4,5 рази порівняно із контрольними зразками.

4.2 Вплив добавки харчової крейди Enjee на властивості бісквітного напівфабрикату при зберіганні

Вплив харчової крейди Enjee на процес черствіння випеченого бісквітного напівфабрикату визначали зміни структурно-механічних властивостей м'якушу бісквітного напівфабрикату при зберіганні. Визначення проводили за допомогою пенетрометра АП-4/2. Для цього кожен зразок бісквітного напівфабрикату випікали одночасно у вигляді кексів по 185 г (у 4-х повторностях). Зберігали їх у

лабораторній шафі за кімнатної температури. Дослідження проводили через 8, 24, 48 та 72 години зберігання (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Вплив крейди Епjee на зміну структурно-механічних властивостей м'якуша бісквітних напівфабрикатів при зберіганні

Зразки	Тривалість зберігання, годин	Вологість (W, %)	Структурно-механічні властивості (Д, %)
Контроль	8	22,5	100,0
	24	22,0	77,7
	48	21,4	52,6
	72	20,9	34,5
З додаванням 3% харчової крейди Епjee замість борошна	8	22,3	100,0
	24	21,5	84,2
	48	21,0	58,7
	72	20,8	42,0

Як видно з результатів досліджень, представлених у таблиці 4.4 за 72 години зберігання, вологість контрольного бісквітного напівфабрикату зменшилася на 6,5 %, а бісквітного напівфабрикату з добавкою крейди Епjee – лише на 1,6 %.

Показник структурно-механічних властивостей м'якушу контрольного бісквітного напівфабрикату зменшився на 69,3 %, а бісквітного напівфабрикату з крейдою Епjee – на 58,0 %.

Тобто, внесення харчової крейди Епjee забезпечує кращу безпеку вологи м'якішу та структурно-механічних властивостей.

Для визначення терміну зберігання бісквітних напівфабрикатів вивчали їхню мікробіологічне обсіменіння (табл. 4.5).

Результати досліджень, наведені в таблиці 4.5, показують, що в бісквітному напівфабрикаті з добавкою крейди зростання мікроорганізмів знижується в порівнянні з контрольними бісквітними напівфабрикатами.

Таблиця 4.5 – Обсіміненість мікроорганізмами бісквітних напівфабрикатів (КМАФАнМ, КУО/г)

Найменування бісквітних напівфабрикатів	Тривалість зберігання, година		
	24	48	72
контроль	-	$1,5 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$
з 3% крейди активізованої	-	$0,5 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$

Це можна пояснити нижчим вмістом вологи у бісквітних напівфабрикатах. Так, кількість КМАФАнМ через 48 годин зберігання в дослідному зразку зросла в 3, через 72 години – в 1,8 рази більше, ніж у контрольному зразку.

4.3 Дослідження впливу внесення крейди Епjee до складу бісквітного напівфабрикату на його намокання

Бісквітні напівфабрикати з додаванням крейди Епjee мають знижену вологість, при виробництві тортів і тістечок їх передбачено просочувати сиропом. Крім того, намокання борошняних кондитерських виробів побічно свідчить про такі якісні показники, як розпушеність і пористість.

Для дослідження використовували бісквітні напівфабрикати з оптимальним дозуванням крейди Епjee замість борошна – 3 %.

Схема виробництва сиропу включала підготовку цукру, змішування його з водою у співвідношенні 1:1,1, варіння при постійному помішуванні до щільності 1,22 – 1,25 (сироп середній), охолодження до 20 °С, фільтрування через тканинний фільтр, додавання ароматизатора.

Отримані результати показали, що заміна харчовою крейдою Епjee частини борошна в рецептурі бісквітного тіста не впливає на ступінь намокання бісквітного напівфабрикату в сиропі. Підтвердженням цьому є результати визначення ступеню намокання бісквітних напівфабрикатів в сиропі, представлені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Намокання м'якуші бісквітного напівфабрикту з додаванням крейди Епjee замість борошна, %

Зразки	Час намокання, година				
	1	2	3	4	5
контрольний	98,5	112,8	126,5	112,2	111,3
дослідний з 3% крейди Епjee	108,3	118,6	122,4	120,6	118,0

З таблиці видно, що ступінь намокання м'якуші бісквітних напівфабрикатів з добавкою крейди Епjee вище, ніж у контрольного зразка, що пояснюється кращою розпушеністю і пористістю дослідних зразків бісквітних напівфабрикатів.

Висновки за розділом

Встановлено, що внесення крейди Епjee замість борошна, покращує фізико-хімічні показники бісквітного напівфабрикату, незначно змінює органолептичні показники. Зниження вологості бісквітного напівфабрикату при додаванні крейди активізованої сприяло збільшенню вмісту білків та вуглеводів. Зі збільшенням дозування крейди Епjee, бісквітний напівфабрикат збагачується мінеральними речовинами. Вміст кальцію в бісквітному напівфабрикаті з додаванням 3 % харчової крейди Епjee становить 262 – 263,5 мг/100г, що відповідає 30 – 35 %-добової потреби в кальції організмом людини.

Виріб мав трохи опуклу форму, дрібнозернисту структуру, еластичну консистенцію, світло-коричневий колір поверхні, світло-золотистий колір м'якуші; запах і смак, властиві бісквітному напівфабрикату; при розжовуванні в міру щільний; менш вологий, ніж контрольний зразок; без відчуття хрускоту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Розроблення картки з охорони праці для оператора цеху з виробництва бісквітних напівфабрикатів

У таблиці 5.1 приведено карту безпеки праці під час виробництва бісквітних напівфабрикатів, вона враховує основні етапи процесу, потенційні небезпеки та заходи безпеки.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва бісквітних напівфабрикатів

Етап виробництва	Потенційні небезпеки	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)	Заходи безпеки
Підготовка сировини (борошно, яйця, цукор тощо)	Пил борошна (може викликати алергію), ковзання через пролиті продукти	Респіратор, рукавички, закрите взуття з неслизькою підшвою	Провітрювання приміщення, своєчасне прибирання, чистота робочого місця
Змішування інгредієнтів	Робота з електрообладнанням (мішалки), ризик ураження електрострумом	Рукавички, спецодяг, не металева ложка для ручного втручання	Перевірка справності обладнання, заземлення, відключення від мережі під час чищення
Випікання	Висока температура, ризик опіків	Термостійкі рукавиці, спецодяг	Використання термозахисту, дотримання інструкції по роботі з духовками
Охолодження	Контакт з гарячими поверхнями	Рукавички	Не торкатися гарячих поверхонь без ЗІЗ, попереджувальні знаки
Нарізка, пакування	Порізи, травми при роботі з ножами або пакувальним обладнанням	Рукавички, захисні нарукавники	Використання справного інструменту, навчання персоналу

Загальні вимоги безпеки під час виробництва бісквітних напівфабрикатів включають наступні заходи:

- проходження інструктажу з охорони праці;
- своєчасне проходження медогляду;
- використання ЗІЗ згідно вимог;
- повідомлення керівництва про несправності обладнання;
- дотримання правил пожежної безпеки;
- заборона вживання їжі та напоїв на робочому місці (окрім спеціально відведених місць).

5.2 Утилізація відходів консервного виробництва

Дотримання інструкції щодо утилізації відходів під час виробництва кондитерських виробів, допоможе організувати процес екологічно безпечно та відповідно до норм законодавства. Далі розглянемо основні шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва, які можуть бути як екологічно, так і економічно вигідними:

1. Повторне використання харчових відходів (за наявності дозволу):
залишки сировини (борошно, цукор, какао) можна використовувати у кормах для тварин, якщо вони зберегли якість;
непридатні для реалізації, але безпечні вироби – переробити на кормову сировину або біокомпост.

2. Компостування:

- органічні відходи (рештки тіста, обрізки, прострочені продукти) підходять для виробництва біогумусу;
- потребує сортування від неорганічних домішок (плівки, пакування тощо).

3. Енергетична утилізація (біогаз):

- органічні рештки можуть використовуватись для виробництва біогазу (метану) через анаеробне бродіння;

- дає змогу отримувати тепло або електроенергію.

4. Виробництво технічної сировини:

- жири та масла, що залишаються, можна переробити на технічне мило, мастила, біодизель.

5. Переробка упаковки:

- паперові, пластикові, алюмінієві відходи – здавати на переробку;
- важливо мати систему сортування: пластикові форми, обгортки, коробки.

6. Утилізація через спеціалізовані компанії:

- укладання договорів з компаніями, що мають ліцензії на утилізацію органічних та харчових відходів;
- вивіз і утилізація згідно чинного законодавства.

Висновки за розділом

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва бісквітних напівфабрикатів, розглянуто шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення фінансових потреб, пов'язаних із проведенням наукових досліджень. У ньому враховуються такі складові, як витрати на матеріальні ресурси, спожиту електроенергію, заробітна плата працівників, амортизаційні нарахування та накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів обчислюється за такою формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

C_1 – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 6.1 представлено результати розрахунків щодо вартості матеріалів.

Таблиця 6.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість з розрахунку 10 кг готового продукту

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне вищого гатунку, кг	3,0	45,00	135,00
Крохмаль картопляний, кг	0,7	200,00	140,00
Харчова крейда Енїее, кг	0,1	300,00	30,00
Цукрова пудра, кг	3,5	85,00	297,50
Меланж, кг	6,0	260,00	1560,00
Всього			2162,50

Таблиця 6.2 містить результати обчислення витрат на заробітну плату учасників дослідження, яка визначається шляхом множення середньої погодинної оплати праці на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	10000	51,50	15	1136,15
Всього				1136,15

Нарахування на заробітну плату становить 22% від загального обсягу оподаткованої суми, що підлягає єдиному соціальному внеску:

$$H = \frac{1136,15 \cdot 22}{100} = 249,95 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості спожитої електроенергії здійснюється за наступною формулою:

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

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати на енергоспоживання обладнання, що використовується для приготування бісквітних напівфабрикатів:

$$E_{\text{подрібнювач}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 6,4 = 15,55 \text{ грн.}$$

$$E_{\text{духова шафа}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 5 \cdot 6,4 = 43,20 \text{ грн.}$$

Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{\text{н.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 6,4 = 1036,8 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{подрібнювач}} + E_{\text{духова шафа}} + E_{\text{п.к.}} = 15,55 + 43,20 + 1036,8 = 1095,55 \text{ грн.}$$

На основі рівняння 6.3 розраховується сума амортизаційних витрат на обладнання, задіяне під час проведення дослідження:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

Φ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 6.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію обладнання

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Подрібнювач	12800,0	10	1	3,50
Духова шафа	18000,0	10	1	4,93
Персональний комп'ютер	20800,0	24	25	341,91
Всього				350,34

Накладні витрати, що стосуються технічного обслуговування та організації виробничого процесу, охоплюють виплати обслуговуючому та адміністративному персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання становлять 80% від розрахункової заробітної плати дослідника:

$$\frac{(1136,15 \cdot 80)}{100} = 908,92 \text{ грн.}$$

Розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження приведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахункова вартість дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	2162,50
Заробітна плата (ЗП)	1136,15
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	249,95
Електроенергія (Е)	1095,55
Амортизація (А)	350,34
Накладні витрати (НВ)	908,92
Всього	5903,41

На основі проведеного аналізу, основними та найзначущими витратами є витрати на основні матеріали та заробітну плату, які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

6.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, розрахунок вартості здійснювався з урахуванням витрат та очікуваної прибутковості від його проведення:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 5903,41 + \frac{30 \cdot 5903,41}{100} = 7674,43 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 7674,43 грн.

Висновки за розділом

На основі проведеного аналізу встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати основні матеріали (2162,5 грн) і витрати на заробітну плату (1136,15 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 7674,43 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Статистичні дані свідчать про недостатність забезпечення мінеральними речовинами 90 % населення України. Залишається актуальним пошук нових ефективних мінеральних добавок, сировиною, для виробництва яких може бути крейда.

Природна крейда має всі підстави для використання її як основи харчової добавки. Вона містить у вигляді домішок до карбонату кальцію 37 мінеральних елементів, серед них присутні всі відомі антиоксиданти.

Розглянуто основні моменти організації проведення експериментальних досліджень, визначено об'єкти дослідження, охарактеризовано методи дослідження фізико-хімічних показників та органолептичних показників бісквітного тіста, готового бісквіту.

Визначено показники якості харчової добавки крейди Enjee, визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості харчової крейди, а також визначено її мінеральний склад.

Встановлено, що внесення крейди Enjee замість борошна, покращує фізико-хімічні показники бісквітного напівфабрикату, незначно змінює органолептичні показники. Зниження вологості бісквітного напівфабрикату при додаванні крейди активізованої сприяло збільшенню вмісту білків та вуглеводів. Зі збільшенням дозування крейди Enjee, бісквітний напівфабрикат збагачується мінеральними речовинами. Вміст кальцію в бісквітному напівфабрикаті з додаванням 3 % харчової крейди Enjee становить 262 – 263,5 мг/100г, що відповідає 30 – 35 %-добової потреби в кальції організмом людини.

Отриманий виріб мав трохи опуклу форму, дрібнозернисту структуру, еластичну консистенцію, світло-коричневий колір поверхні, світло-золотистий колір м'якуш; запах і смак, властиві бісквітному напівфабрикату; при розжовуванні в міру щільний; менш вологий, ніж контрольний зразок; без відчуття хрускоту.

Розроблено карту безпеки праці працівників цеху з виробництва бісквітних

напівфабрикатів, розглянуто шляхи утилізації відходів кондитерського виробництва.

Встановлено, що основними та найзначущими витратами є витрати основні матеріали (2162,5 грн) і витрати на заробітну плату (1136,15 грн), які займають провідні позиції у загальній структурі витрат.

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 7674,43 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Лялик А., Крисовська Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів // Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості». 2017. С. 114–115.
2. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії, затвердж. наказ Міністерства охорони здоров'я України 03.09.2017 № 1073: офіційний веб-портал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua>.
3. Козонова Ю.О. Нутрієнтний дисбаланс раціону як основний фактор у розвитку метаболічного синдрому // Журнал «Харчова наука і технологія». 2015. Том 9. № 4. С. 9–15.
4. Muhammad W. O., Balance S., Uhlen A. K., Kousoulaki K., Haugen J. E., Rieder A. Protein enrichment of wheat bread with the marine green microalgae *Tetraselmis chuii* – Impact on dough rheology and bread quality // LWT. 2021.V. 143, 111115. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111115>.
5. Balakrishnaraja R., Srivigneswar S., Sakthi Priyaa S. S., Gowrishankar L. Formulation and development of functionally enriched onion (*Allium cepa*) bread // Materials today: proceedings. 2021. V. 46. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.249>.
6. Cui R., Zhu F. Changes in structure and phenolic profiles during processing of steamed bread enriched with purple sweetpotato flour // Food Chemistry. 2021. 130578. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130578>.
7. Espinosa-Ramirez J., Garzon R., Serna-Saldivar S. O., Rosell C. M. Functional and nutritional replacement of gluten in gluten-free yeast-leavened breads by using β -conglycinin concentrate extracted from soybean flour // Food Hydrocolloids. 2018. V. 84. P. 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.021>
8. Coello K. E., Peñas E., Martinez-Villaluenga C., Cartea M. E., Velasco P., Frias J. Pasta products enriched with moringa sprout powder as nutritive dense foods

with bioactive potential // Food Chemistry. 2021. V. 360. 130032.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130032>.

9. Balli D., Cecchi L., Innocenti M., Bellumori M., Mulinacci N. Food by-products valorisation: Grape pomace and olive pomace (pate) as sources of phenolic compounds and fiber for enrichment of tagliatelle pasta // Food Chemistry. 2021. V. 355. 129642. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129642>.

10. Болгова Н. В., Байдак М. О., Приходько В. П. Збагачення м'якого сиру йодом за рахунок додавання ламінарії // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського : науковий журнал. – Сер. «Технічні науки». Київ. 2018. Т. 29 (68). № 5. Ч. 3. С. 1–5.

11. Munoz-Tebara N., De la Vara J. A., Ortiz de Elguea-Culebras G., Cano E. L., Molina A., Carmona M., Berruga M. I. Enrichment of sheep cheese with chia (*Salvia hispanica* L.) oil as a source of omega-3 // LWT. 2019 V. 108. P. 407–415.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.092>.

12. Ayala-Bribiesca E., Lussier M., Chabot D., Turgeon S. L., Britten M. Effect of calcium enrichment of Cheddar cheese on its structure, in vitro digestion and lipid bioaccessibility // International Dairy Journal. 2016. V. 53. P. 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.09.002>.

13. Серік М. Л., Шурдук І. В. Удосконалення технології та якості м'ясних емульсійних виробів, збагачених кальцієм: монографія. Харків: ХДУХТ. 2018. 130 с.

14. Інформаційно-аналітичний звіт по ринкам кондитерських виробів: веб-сайт. URL: <http://www.ukrainian-food.org/uk/post/informacijno-analiticnij-zvit-po-rinkam-konditerskih-virobiv-za-cerven-lipen>.

15. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Удосконалення технології здобного напівфабрикату, збагаченого засвоюваними сполуками кальцію // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харків : ХДУХТ. 2019. Вип. 2 (30). С. 35–47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3592825>.

16. Дорохович А. М. Створення харчових продуктів спеціального призначення – актуальна проблема сучасності, вклад кондитерів НУХТ в її рішення // «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» : Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій. Київ: НУХТ. 2016. С. 56–60.

17. Бісквітний напівфабрикат оздоровчо-профілактичного призначення : пат. на корисну модель 64455 Україна: МПК А 23G 3/00 / Бондар Н. П., Маляр В. В.; власник НУХТ. № 64455; заявл. 06.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.

18. Шелудько В. М. Зернобобові культури в технології борошняних кондитерських виробів // URL: http://www.khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_131/57.pdf. Дата звернення: 03.10.2016.

19. Akubor P. I., Onimawo I. A. Functional properties and performance of soybean and maize flour blends in cookies // Plant Foods for Human Nutrition. 2003. V. 58 (3). P. 1–12.

20. Akubor P. I. Functional properties and performance of cowpea/plantain/wheat flour blends in biscuits // Plant Foods for Human Nutrition. 2003. V. 58 (3). P. 1–8.

21. Grizotto R. K., Rufi C. R. G., Yamada E. A., Vicente E. Evaluation of the quality of a molded sweet biscuit enriched with okara flour // Food Science and Technology. 2010. V. 30. P. 270–275.

22. Бісквітно-збивне печиво : пат. на винахід 120674 Україна: МПК А21D 13/066; А21D 13/80 / Дорохович А. М., Неймеш Т. А.; власник НУХТ. № 120674; заявл. 17.07.2018; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

23. Christ-Ribeiro A., Chiattoni L. M., Mafaldo C. R. F., Badiale-Furlong E., Souza-Soares L. A. Fermented rice-bran by *Saccharomyces cerevisiae*: Nutritious ingredient in the formulation of gluten-free cookies // Food Bioscience. 2021. V. 40. 100859. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100859>.

24. Hamdani A. M., Wani I. A., Bhat N. A. Gluten free cookies from rice-chickpea composite flour using exudate gums from acacia, apricot and karaya // Food Bioscience. 2020. V. 35. 100541. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100541>.

25. Sedej I., Sakac M., Mandic A., Misan A. Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour // *Food Science and Technology*. 2011. V. 44 (3). P. 694–699.

26. Filipcev B., Simurina O., Sakac M., Sedej I., Jovanov J., Pestoric M., Bodroza-Solarov M. Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation // *Food Chemistry*. 2011. V. 125 (1). P. 164–170.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.055>.

27. Gularte M. A., Gomez M., Rosell C. M. Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes // *Food and Bioprocess Technology*. 2012. V. 5 (8). P. 3142–3150.

28. Arufe S., Sineiro J., Moreira R. Determination of thermal transitions of gluten-free chestnut flour doughs enriched with brown seaweed powders and antioxidant properties of baked cookies // *Heliyon*. 2019. V. 5 (6). e01805.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01805>.

29. Dick M., Limberger C., Silveira Thys R. C., Oliveira Rios A., Flores S. H. Mucilage and cladode flour from cactus (*Opuntia monacantha*) as alternative ingredients in gluten-free crackers // *Food Chemistry*. 2020. V. 314. 126178.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.12617>.

30. Композиція для виготовлення бісквітного напівфабрикату з екстрактом стевії : пат. на корисну модель 142180 Україна: МПК A21D 13/80; A21D 2/10 / Лакіза О. В., Черваков О. В.; власник ДВНЗ «УДХТУ». № 142180; заявл. 22.07.2019; опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10.

31. Смирнова Я. С. Підвищення харчової цінності борошняних кондитерських виробів за допомогою рослинних добавок // *Сучасна наука: стан, проблеми перспективи: матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Старобільськ, 14-15 квітня 2020 року) / Старобільськ: ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», 2020. С.215–218.*

32. Aditya S., Stephen J., Radhakrishnan M. Utilization of eggshell waste in calcium-fortified foods and other industrial applications: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. V. 115. P. 422–432.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.047>.

33. ДСТУ ISO 21415-1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирової клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT) // Термін дії з 01.07.2011. Київ, Держспоживстандарт України, 2011. 12 с.

34. Дробот В. І. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів: навч. посіб. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 958 с.

35. Лурье И. С., Скокан Л. Е., Цитович А. П. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: справочник. Москва: Колос, 2003. 416 с.

36. Горальчук А. Б., Пивоваров П. П., Гринченко О. О. та ін. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посібник. Харків: ХДУХТ, 2006. 63 с.

37. Ємченко І. В., Троякова А. О., Батутіна М. Ю. та ін. Сенсорний аналіз. Львів: Афіша, 2009. 326 с.

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

39. Serik M., Samokhvalova O., Kholobtseva I., Fedak N., Bolkhovitina O., Sova N., Chornei K. Determining the influence of protein-mineral additives on the properties of butter cookies emulsion // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 4/11 (112). P. 42–49. <https://doi.org/10.15587/17294061.2021> .

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

41. Лисюк Г. М., Самохвалова О. В., Кучерук З. І., Постнова О. М., Олійник С. Г., Артамонова М. В., Нєміріч О. В., Старчасенко О. Т. Технологія

кондитерських і хлібобулочних виробів: Навч. посібник. Харків: ХДУХТ, 2007 с. 412.

42. Холобцева І. П., Серік М. Л., Самохвалова О. В. Вплив добавки білково-мінеральної на властивості клейковини борошна пшеничного // Наукові праці Національного університету харчових технологій. Том 27. № 2, 2021. С. 129–139. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-2-15>.

43. Kovaliova O., Tchursinov Y., Kalyna V., Khromenko T., Kunitsia E. Investigation of the intensive technology of food sprouts using organic acids // «EUREKA: Life Sciences». Food Science and Technology. 2020. Number 2. P. 45-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001204>

44. Піоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солододорощення: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. - 242 с.

45. Скурихина И. М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов: Книга 2. Москва: Агропромиздат, 1987. 360 с.

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

47. Яковлев В. В. Применение кальцийсодержащих добавок в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.07. Санкт-Петербург, 2004. 24 с.

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

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

50. Kholobtseva I., Serik M., Samokhvalova O. Research of qualitative indicators of butter cookies using protein-mineral supplements // EUREKA: Life Sciences. 2021. № 4. P. 27–33. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001968>.

51. Витрати на виробництво продукції (товарів, послуг) підприємств за видами економічної діяльності у 2012–2019 роках: офіційний веб-портал. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

52. Тренди здорового харчування 2021: як поєднати смачне з корисним: веб-сайт. URL: https://thepage.ua/ua/style/beauty/zdorove-harchuvannya-2021_racion-produkti-ta-trendi.

53. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

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