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 йогурту, збагаченого біологічно-активними добавками

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи ХТ-2-22 освітньо-професійної програми «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Богдан СТАСЬ

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Дніпро 2026

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)
«01» травня 2026 р.

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

Стасю Богдану Сергійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва йогурту, збагаченого біологічно-активними добавками».
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва йогурту збагаченого біологічно-активними добавками. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Об'єкти і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Олег ТЕРТИШНИЙ	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	05.05-07.05.26	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Експериментальна частина	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Богдан СТАСЬ
(підпис)

Керівник роботи _____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва йогурту, збагаченого біологічно-активними добавками»**

Кваліфікаційна робота: 58 сторінок, 11 рисунків, 13 таблиць, 0 додатків, 41 літературне джерело.

Мета роботи – розробити склад і технологію кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами, доступного не тільки для широкого кола споживачів, але й для людей, які страждають на цукровий діабет.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами.

Предмет дослідження – склад рецептурних компонентів кисломолочного напою, їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні, харчові та функціональні властивості готового продукту.

Дипломна робота присвячена обґрунтуванню технології виробництва йогурту, збагаченого біологічно-активними добавками. Розглянуто актуальність створення функціональних кисломолочних продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Охарактеризовано основну сировину, заквашувальні культури та біологічно-активні добавки, визначено їх вплив на якість готового продукту. Проаналізовано основні етапи технологічного процесу виробництва йогурту: підготовку сировини, пастеризацію, охолодження, внесення закваски й добавок, сквашування, фасування та зберігання.

Обґрунтовано доцільність використання біологічно-активних добавок для покращення споживчих властивостей йогурту, підвищення його біологічної цінності та розширення асортименту функціональної молочної продукції.

Ключові слова: *йогурт, молоко, закваска, ферментація, біологічно-активні добавки, функціональний продукт, кисломолочний продукт, харчова цінність, біологічна цінність, антиоксиданти, якість, технологія*.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 9
1.1 Селен у функціональному харчуванні 9
1.2 Смакові наповнювачі йогурту 15
Висновки за розділом 18
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20
2.1 Об'єкти досліджень 20
2.2 Методи досліджень 21
2.2.1 Визначення органолептичних показників йогурту 21
Висновки за розділом 23
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 24
3.1 Підбір дози та стадії внесення біодобавки з селеном 24
3.2 Вибір компонентів рослинного походження, визначення кількості їх внесення 30
3.3 Дослідження показників якості готового продукту 33
3.4 Дослідження терміну придатності селеновмісного йогурту 35
3.5 Розробка схеми технологічного процесу виробництва йогурту, збагаченого селеном 36
Висновки за розділом 39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 42
4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві йогурту 42
4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві йогурту 44
Висновки за розділом 45
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 46
5.1 Витрати на проведення досліджень 46
5.2 Визначення вартості дослідження 49
Висновки за розділом 50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 51
БІБЛІОГРАФІЯ 53

ВСТУП

В останні роки в Україні та світі значного поширення набули функціональні харчові продукти, які розглядаються як перспективний напрям розвитку харчової промисловості. Їх виробництво спрямоване не лише на забезпечення організму основними поживними речовинами, а й на підтримання здоров'я, підвищення імунітету та профілактику дефіцитних станів. Особливий інтерес становлять продукти, збагачені харчовими волокнами, антиоксидантами, вітамінами, мінеральними речовинами та іншими біологічно активними компонентами [5].

Серед функціональних продуктів важливе місце займає йогурт, оскільки він має високу харчову цінність, добру засвоюваність, приємні органолептичні властивості та містить корисну молочнокислу мікрофлору. Завдяки регулярному споживанню йогурт позитивно впливає на стан кишкової мікробіоти, травлення та загальну резистентність організму. Крім того, кисломолочні продукти є зручною основою для внесення біологічно активних добавок, оскільки добре поєднуються з мінеральними компонентами, рослинними екстрактами, пребіотиками та іншими функціональними інгредієнтами.

Актуальність розроблення збагачених харчових продуктів зумовлена тим, що сучасний раціон значної частини населення характеризується недостатнім надходженням окремих мікронутрієнтів. Застосування різних технологічних процесів, зокрема пастеризації, сушіння, консервування, рафінування, а також тривале зберігання сировини можуть знижувати вміст біологічно цінних речовин у харчових продуктах [8]. Тому одним із важливих завдань харчової промисловості є не лише збільшення обсягів виробництва, а й підвищення якості, безпечності та функціональної спрямованості готової продукції.

Особливої уваги потребує проблема дефіциту селену, який належить до життєво необхідних мікроелементів і бере участь у роботі антиоксидантної системи організму, підтриманні імунної відповіді та нормальному функціонуванні щитоподібної залози. Дослідження, проведені для промислових регіонів України,

зокрема Дніпровської області, підтверджують актуальність питання недостатнього надходження селену з харчовими раціонами населення. Формування селенового дефіциту пов'язують зі зміною структури харчування, зниженням загальної кількості спожитої їжі та недостатнім вмістом цього мікроелемента у продуктах харчування.

Основним шляхом надходження селену в організм людини є аліментарний, тобто разом із харчовими продуктами. У зв'язку з цим перспективним є збагачення кисломолочних продуктів селеном, особливо в органічній формі, яка характеризується кращою біодоступністю та засвоюваністю. Наукові дослідження підтверджують, що молоко та молочні продукти, зокрема йогурт, можуть бути ефективною основою для створення селенозбагачених функціональних продуктів, спрямованих на підвищення надходження цього мікроелемента до організму людини.

Таким чином, розроблення технології виробництва йогурту, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами, є актуальним і практично значущим напрямом. Такий продукт може сприяти підвищенню харчової та біологічної цінності раціону, розширенню асортименту функціональних кисломолочних продуктів і частковому вирішенню проблеми мікронутрієнтної недостатності, зокрема в умовах селенодефіцитних регіонів, до яких належить і Дніпропетровська область.

Мета роботи – розробити склад і технологію кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами, доступного не тільки для широкого кола споживачів, але й для людей, які страждають на цукровий діабет.

Відповідно до поставленої мети визначено такі основні завдання:

- провести аналіз літературних джерел за обраною тематикою;
- визначити дозу та стадію внесення біодобавки з селеном;
- підібрати смакову складову та визначити її дозу внесення;
- дослідити спільний вплив компонентів, що вносяться на показники якості готового продукту;

- встановити терміни придатності товару;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами.

Предмет дослідження – склад рецептурних компонентів кисломолочного напою, їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні, харчові та функціональні властивості готового продукту.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Селен у функціональному харчуванні

У 1817 році І.Я. Берцеліус відкрив мікроелемент селену. Селен є типовим неметалом чорного кольору і має тендітну структуру. У природі трапляється вкрай рідко.

Селен накопичується у ґрунті поруч із вулканами. Але загалом його частка у земній корі дуже мала – не більше 0,00001 % [4].

За даними вчених, понад 50 % населення мають дефіцит селену. У районах екологічних лих він сягає 95 – 100 % [9].

У людей зі зниженим вмістом селену в організмі слабшає працездатність, погіршується ясність мислення, знижується імунітет; якщо людина працює на шкідливому виробництві – швидко розвиваються професійні захворювання; часті застуди, шкірні захворювання супроводжують дефіцит селену, з'являються гнійники; погано гояться рани та травми; знижується зір; у чоловіків розвивається імпотенція [6, 8].

В організм людини селен надходить разом із продуктами харчування, в яких він міститься у різних формах. У «природних» умовах це, як правило, з'єднання селену та амінокислот – селенметіоніну та селенцистеїну. У складі харчових добавок часто використовуються селенати та селеніти натрію (неорганічне джерело селену). При цьому селенметіонін переважно всмоктується у дванадцятипалій кишці, у шлунку селен практично не засвоюється [9].

Однак вирішальне значення у засвоєнні селену мають показники ретенції (включення в обмінні процеси) та потенційної токсичності. Дані літератури підтверджують перевагу органічної форми селену (селенметіонін, селенцистеїн) як харчові джерела селену. У складі селенметіоніну селен засвоюється краще в 5 – 10 разів краще, ніж в інших хімічних сполуках [2].

Найбільш кращою для організму формою селену є рослинна форма

(селенметіонін, селенцистеїн), вона засвоюється на 95 – 98 %, у той час як тваринна форма тільки на 30 %, а неорганічна форма – всього на 10 % (при цьому неорганічна форма вимагає дотримання обережності [8].

Таким чином, найбільш ефективною та безпечною для людини є рослинна форма.

Однією з причин нестачі селену в організмі є те, що цей мікроелемент погано засвоюється в присутності цукру. Досить велика кількість селену руйнується під час приготування їжі – до 50 % при нагріванні понад 50 °С [9].

У деяких країнах, таких як Фінляндія, з селеновою недостатністю боролися за допомогою внесення добрив, що містять селен, в грунт. Однак для нашої країни більш прийнятним є застосування біологічно активних добавок до їжі, що містять селен.

Для підтримки здоров'я людина щодня потребує зовсім невеликої кількості селену. За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я на добу жінці необхідно 55 мкг, чоловікові – 70 мкг, а дітям – 1 мкг цього мікроелемента на 1 кг ваги тіла [6].

В організмі людини селен входить до складу [6]:

- антиоксидантного ферменту глутатіонпероксидази;
- ферменту йодтиронін – 5 – дейодинази;
- селенпротеїну.

Глутатіонпероксидаза – це фермент, який має здатність нейтралізувати вільні радикали, які, у свою чергу, ушкоджують структуру клітинної стінки, руйнуючи її. Отже, щоб цього не відбувалося, необхідний селен.

Йодтиронін – 5 – дейодиназа – це фермент, який потрібний для утворення гормону щитовидної залози – трийодтироніну (Т3). Також він контролює склад білків м'язової тканини та серцевого м'яза (міокарда). Селенпротеїн – білок, що становить основу тканини яєчок чоловіків.

Насамперед селен вважали небезпечною отрутою, і певною мірою це дійсно так, проте велике значення має доза речовини та форма сполуки. У 1933 р. було виявлено цікавий факт: пшениця з полів, багатих селеном, отруйно діяла на

худобу, у корів спостерігалася деформація рогів, випадання хутра, копита розм'якшувалися і перетворювалися на безформні «кульця». У великих дозах селен дійсно діє як отруйна речовина, але при цьому його недолік призводить до хвороб та передчасної старості. Через 40 років у Франції вчені виявили, що селен є захисним фактором, який може протидіяти аліментарному некрозу печінки. Дослідження було проведено вченими різних країн. Було виявлено, що селен є незамінним мікроелементом, у свою чергу, Всесвітня організація охорони здоров'я підтвердила фізіологічну дію селену, а також визначила його як важливий і необхідний елемент для організму людини і тварини [8].

Селен є важливим мікроелементом, який накопичується в організмі переважно в нирках, печінці, кістковому мозку, серці, підшлунковій залозі, легенях, а також у шкірі, нігтях і волоссі.

В організмі людини селен виконує низку важливих біологічних функцій [9]:

- сприяє зміцненню імунної системи, активізуючи утворення антитіл, лейкоцитів, клітин-кілерів, макрофагів та інтерферону, а також бере участь у процесах кровотворення;
- проявляє антиоксидантну дію, захищає клітини від ушкодження вільними радикалами, уповільнює процеси старіння, сприяє виведенню чужорідних речовин і підсилює активність вітаміну Е;
- зменшує ймовірність розвитку серцево-судинних патологій, підтримує роботу серцевого м'яза, бере участь у синтезі гемоглобіну, еритроцитів і коферменту Q10;
- характеризується протипухлинною активністю, оскільки може стримувати розвиток злоякісних новоутворень;
- входить до складу багатьох ферментів, гормонів і білкових сполук;
- активізує обмін речовин в організмі;
- допомагає зменшити токсичний вплив важких металів, зокрема ртуті, кадмію, свинцю, талію та срібла;
- позитивно впливає на репродуктивну функцію, оскільки входить до складу сперматозоїдів;

- підтримує нормальне функціонування нервової системи;
- сприяє стабільній роботі ендокринної системи;
- знижує інтенсивність запальних процесів;
- покращує стан шкіри, волосся та нігтів.

Селен – одна з небагатьох речовин із доведеним профілактичним ефектом щодо раку. Дослідження протиракових властивостей селену проводилися у різних країнах протягом кількох десятків років. Результат усіх цих робіт однаковий: селен має здатність знижувати ризик виникнення злоякісних утворень [2, 5].

Селен має й інші важливі властивості. Він пов'язаний з вітамінами Е та С. Вони також є потужними антиоксидантами. Вітаміни та селен взаємно посилюють дію один одного. Селен також захищає від пошкоджень нуклеїнові кислоти [2].

За даними деяких учених, чоловікам необхідно отримувати більше селену, ніж жінкам, оскільки він їм постійно необхідний нормальної роботи статевої сфери та достатньої сексуальної активності. Запас селену у хлопчиків повинен розподілятися не тільки по всьому організму, а й відкладатися в яєчках та насіннєвих канатиках, причому у значних кількостях, їхній організм просто не справляється з його нестачею.

Захист імунітету селен забезпечує завдяки виробленню різних антитіл, білих клітин крові – лейкоцитів, необхідних для боротьби з інфекціями та запаленнями; бере участь у виробленні червоних кров'яних клітин – еритроцитів; стимулює утворення макрофагів, клітин-кілерів та інтерферону [5, 9].

Селен потрібний для здоров'я серцевого м'яза: він знижує вплив токсинів, не дозволяючи їм пошкоджувати тканини, і бере участь в утворенні білків, необхідні нормальної роботи серця. Селен знижує вміст в організмі таких отруйних металів, як кадмій, ртуть та свинець, тим самим захищаючи серце.

Селен необхідний для нормальної роботи ендокринної системи. Він бере участь в утворенні ферменту, який контролює вироблення трийодтироніну. Таким чином, селен нормалізує роботу щитовидної та підшлункової залоз, допомагає організму засвоювати жиророзчинні вітаміни, знижує загальну стомлюваність.

Завдяки своїм протизапальним властивостям, селен попереджає розвиток артритів, бронхіальної астми, коліту, псоріазу, та полегшує перебіг уже наявних захворювань [9].

Кількість селену в продуктах харчування коливається в діапазоні (мкг/кг сирої маси): морські продукти – 300 – 600; м'ясо – 100 – 400; борошно пшеничне – 80 – 600; борошно житнє – 60 – 70; крупи – 10 – 200, хліб – 50 – 400; риба – 150 – 450; сири – 100 – 150; молоко незбиране – 10 – 15; яйця – 100 – 250. У фруктах і овочах досить мало селену, виняток становлять часник і гриби, у яких мікроелемент міститься у помірних концентраціях [8].

Зниження селенової недостатності, на думку багатьох учених, можливе різними способами:

1. Коригування харчування населення та включення до раціону їжі, багатої селеном;

2. Застосування біологічно активних добавок, що включають органічну форму селену. Перевагою цього є швидкість. Можливо швидко нейтралізувати недолік селену, а також дозувати його споживання залежно від ступеня дефіциту.

Ця проблема є актуальною, існують дані про зниження споживання населенням якісних продуктів, багатих на життєво необхідні біологічно активні речовини.

За даними вчених, понад 50 % населення планети страждають від недостатності селену в організмі [7].

Раціональнішим способом є використання селеновмісних біологічно активних добавок. При цьому необхідно відзначити, що оскільки нестача селену помічена у більш як половини населення, то цей підхід до вирішення проблеми може розглядатися як масова профілактика, і не потрібно оцінювати рівень селенової недостатності у кожної окремої людини.

Добавки, які складаються з неорганічної форми селену, є кращими, тому що краще засвоюються і знижений ризик передозування [3].

У Японії та Кореї селеном збагачували м'ясо, використовували в основному свинину, у такій продукції селену було у 10 разів більше, ніж у звичайній. Крім

того, збагачена свинина пісніша, соковитіша і значно ніжніша, ніж традиційна.

Відомі способи збагачення продуктів харчування селеном. Збагачення напоїв для дітей селенізованими дріжджами, збагачення хлібних виробів, вершкового масла. Найбільш переважним способом корекції селендефіциту є збагачення продуктів з м'ясо-рослинною основою, наприклад, паштет з квасолі та курячого філе.

У Японії селеном збагачували яйця, здійснювали годування курей неорганічної формою селену. Однак селеніт натрію погано засвоювався курами, і його кількість не сильно збільшувалася в яйці, у той час як застосування органічної форми селену (селенометіонін) призвело до збільшення вмісту цього мікроелемента в жовтку та білку в середньому на 30 – 33 %.

На даний момент яйця, збагачені селеном, продаються в Японії, Великобританії, США, Швеції та інших країнах, їх вартість на 15 – 20 % дорожча за звичайні яйця, проте такі яйця користуються попитом у населення.

Застосування, у свою чергу, біодобавок з органічним селеном дозволяє швидко і чітко ліквідувати недостатність селену в організмі [4].

Дуже важливою є сполука, у вигляді якої надходить в організм селену. Органічний селен інтенсивніше накопичується у тканинах, ніж селеніт натрію [7].

На ринку є досить широкий асортимент біодобавок із селеном: є як органічні форми селену, так і неорганічні [4].

Неорганічний селен має високу токсичність, при його використанні можливий ризик передозувань; також він погано узгоджується з вітамінами; неорганічна форма селену здатна збуджувати діяльність різних органів прокуратури та систем, відбуватися може тоді, як у цьому немає потреби, це викликає виснаження організму, особливо це стосується нервової системи. Неорганічний селен, наприклад, має здатність збуджувати мікрофлору шлунково-кишкового тракту та провокувати появу дисбактеріозів. Неорганічний селен може збуджувати діяльність багатьох систем у періоди, як у цьому немає необхідності, у своїй відбувається виснаження резервних можливостей організму і, передусім, імунної системи.

Селен в органічній формі містять у собі амінокислоти (селенметіонін, селенцистеїн), а також інші сполуки (селексен, селенопіран, 1,5 дифеніл 3-селенан пентадіон - 1,5; 1,5-дифеніл 2,4 диметил 3-селенопептадион-1,5 та ін.).

Мікроводорослі спіруліна, селенозбагачені дріжджі, автолізат цих дріжджів, рослини з підвищеним вмістом селену – всі вони є органічними джерелами селену. До таких рослин належать астрагал, нут, амарант, топінамбур [5].

Є інші джерела органічної форми селену. Це лактобактерії. Вони постійно живуть у мікрофлорі кишечника людини, володіють антагоністичними властивостями по відношенню до умовно-патогенних та патогенних бактерій. Лактобактерії в процесі своєї життєдіяльності виробляють велику кількість різних кислот (молочна) та речовин, що мають антибіотичні властивості (лактоцини) [8].

1.2 Смакові наповнювачі йогурту

Одним із критеріїв конкурентоспроможності йогуртів є їх смакові властивості. В даний час випускаються йогурти різної смакової спрямованості. Це вишня, яблуко, чорнослив, ананас, банан, персик, чорниця, малина, полуниця. Багато йогуртів додають злаки. Особливу популярність серед споживачів займають йогурти зі шматочками фруктів.

Імбир росте на території Японії, Індії, Бразилії, Ямайки та В’єтнаму. Це трав’яниста рослина, яка цінується завдяки своєму оригінальному гострому смаку з лимонним присмаком та терпким ароматом (рисунок 1.1). У промисловості використовують порошок, приготований з кореня імбиру, одержують його за допомогою висушування та подрібнення кореня рослини.

Оригінальність аромату імбиру обумовлена тим, що в його складі міститься 1 – 3 % ефірної олії, вона переважно знаходиться в кореневищі. Основними компонентами імбиру є цингіберен (зінгіберен) – до 70 %, крохмаль – 4 %, гінгерол – 1,5 %, а також у невеликій кількості він містить камфен, ліналоол, гінгерин, фелландрен, бісаболен, борнеол, цитраль, цинеол, цукор. Гінгерол – це смолиста речовина. Вона має велику кількість корисних властивостей.

Найважливішим із них є здатність знижувати ризик розвитку ракових захворювань.



Рисунок 1.1 – Корінь імбиру

У корені імбиру міститься велика кількість корисних речовин, основними з них є: кальцій, хром, алюміній, аспарагін, залізо, германій, каприлова кислота, лінолієва кислота, магній, олеїнова кислота, нікотинова кислота, марганець, холін, жири, клітковина, калій, калій.

Складу імбир має антиканцерогенну, антибактеріальну, противірусну, антиоксидантну, протизапальну, антисептичну, знеболювальну, відхаркувальну дію. При застосуванні кореня імбиру в їжу помічено, що людина заспокоюється, у неї покращується настрій та постачання мозку киснем, також імбир має здатність зміцнювати імунітет, розріджувати кров, знищувати ракові клітини, виводити токсини [8].

Використання імбиру допоможе виділення шлункового соку, він добре впливає на травну систему, допомагає впоратися з кишковими паразитами. Відомо, що імбир добре впливає на слизову оболонку шлунка. Деякі компоненти імбиру здатні покращити діяльність кровотворної системи та знизити ризик утворення тромбозів.

Корінь імбиру містить багато незамінних амінокислот, серед них лізин, триптофан, метіонін, треонін, валін, феніланін. Враховуючи той факт, що вони

необхідні для обміну речовин, імбир добре працюватиме і в цьому напрямку. За деякими даними, імбир може допомагати при алергіях та бронхіальній астмі.

Кориця – це дерево сімейства Лаврові. Пряністю «кориця» вважається висушена кора цього дерева (рисунок 1.2). Кориця має яскраво виражену антиоксидантну властивість. Також вона має антимікробну дію, затримуючи зростання хвороботворних бактерій. До того ж ця властивість пряноші може бути використана для того, щоб підвищити зберігання продуктів, у тому числі і в домашніх умовах.



Рисунок 1.2 – Кора та порошок кориці

Позитивні якості кориці обумовлені її багатим складом. У першу чергу, це коричневий спирт, також до складу цієї пряноші входять альдегіди, циннамілацетат, ефірні олії, дубильні речовини, і кілька крохмалю. Більшість цих речовин може виявляти антисептичні властивості, деякі – перешкоджають утворенню тромбів.

Додавання кориці в їжу дозволяє зменшити рівень цукру в крові та знизити апетит. Цікаво, що обмін речовин посилюється.

Як було зазначено раніше, кориця – це природний антиоксидант. Підвищення імунітету та посилення захисту організму проти різних захворювань та бактерій – головна позитивна характеристика кориці.

Висновки за розділом

Аналіз науково-технічних джерел свідчить, що одним із сучасних науково-прикладних напрямів, який сформувався на межі медицини та харчових технологій, є функціональне харчування. Згідно з «Науковою концепцією функціональних харчових продуктів у Європі», харчова промисловість отримала можливість сприяти покращенню стану здоров'я населення шляхом розроблення, виробництва та впровадження на ринок нової групи продуктів функціонального призначення. Такі продукти характеризуються не лише харчовою цінністю, а й здатністю позитивно впливати на фізичний і психоемоційний стан людини, а також знижувати ризик розвитку окремих захворювань.

На сьогодні асортимент харчових продуктів, збагачених селеном, є досить обмеженим, а кисломолочні продукти з додаванням цього мікроелемента практично відсутні на ринку.

Кисломолочний напій, збагачений органічною формою селену, можна розглядати як продукт лікувально-профілактичного спрямування, споживання якого сприятиме підвищенню селенового статусу населення.

Основним завданням роботи є обґрунтування рецептурного складу та технології виробництва кисломолочного напою, збагаченого органічною формою селену й іншими біологічно активними компонентами, який буде доступним для широкого кола споживачів.

Мета роботи – розробити склад і технологію кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами, доступного не тільки для широкого кола споживачів, але й для людей, які страждають на цукровий діабет.

Відповідно до поставленої мети визначено такі основні завдання:

- провести аналіз літературних джерел за обраною тематикою;
- визначити дозу та стадію внесення біодобавки з селеном;
- підібрати смакову складову та визначити її дозу внесення;

- дослідити спільний вплив компонентів, що вносяться на показники якості готового продукту;
- встановити терміни придатності товару;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва кисломолочного напою, збагаченого селеном та іншими біологічно активними речовинами.

Предмет дослідження – склад рецептурних компонентів кисломолочного напою, їх вплив на органолептичні, фізико-хімічні, харчові та функціональні властивості готового продукту.

2 ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об’єкти досліджень

Як сировину для дослідження використано:

- молоко сухе знежирене за ДСТУ 2661:2010;
- біодобавка «Селен»;
- закваски бактеріальні та бакконцентрати для йогурту за нормативними та технічними документами, затвердженими в установленому порядку;
- імбир мелений;
- кориця мелена.

Схема проведення експериментальних досліджень представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальна схема проведення експериментальних досліджень

2.2 Методи досліджень

При виконанні наукових досліджень було використано загальноприйняті та оригінальні методи досліджень. У таблиці 2.1 показані загальноприйняті методи [4, 9].

Таблиця 2.1 – Методи досліджень

Досліджувані показники	Об'єкти дослідження	Найменування методу дослідження
Органолептичні показники: смак, запах, колір та консистенція	Молоко 3,2 %, біодобавка «Селен», сироп топінамбуру, цукор, закваска, суміш для йогурту, контроль та дослідні зразки	Органолептична оцінка
Титрована кислотність	Молоко сухе знежирене (відновлене), закваска, суміш для йогурту, дослідний зразок	Титриметричним методом
Активна кислотність	Контроль та дослідні зразки	Визначення активної кислотності

2.2.1 Визначення органолептичних показників йогурту

Органолептичне оцінювання дослідних зразків йогурту здійснювали за кількісним описовим методом аналітичної оцінки, адаптованим для кисломолочного напою, збагаченого біологічно активними компонентами [4].

Згідно з обраною методикою кожний органолептичний показник визначали за 5-бальною шкалою, характеристику якої наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Бальна характеристика органолептичної якості продукту

Бал	Смак	Запах	Консистенція	Колір	Зовнішній вигляд
1	Різко виражений сторонній присмак, не властивий продукту	Сильний сторонній запах	Рідка, неоднорідна, з осадом нерозчинених частинок	Колір не відповідає внесеному наповнювачу	Помітне відокремлення сироватки, частинки біодобавки осідають на дно
2	Недостатньо солодкий, наявний сторонній присмак	Кисломолочний аромат слабкий, відчувається сторонній запах	Недостатньо в’язка, з нерозчиненими частинками компонентів	Колір нехарактерний для використаного наповнювача	Спостерігається відділення сироватки, біодобавка розподілена нерівномірно
3	Чистий кисломолочний смак, але надмірно або недостатньо солодкий, можливий легкий присмак біодобавки	Кисломолочний аромат виражений слабко, запах наповнювача надмірний	Однорідна, але недостатньо в’язка або надмірно/недостатньо щільна	Відповідає кольору наповнювача, проте розподілений нерівномірно	Допускається незначне відділення сироватки до 3 % об’єму та наявність включень біодобавки
4	Чистий кисломолочний смак, помірно солодкий, без сторонніх присмаків	Кисломолочний аромат помірно виражений	Однорідна, помірно щільна, але може бути дещо надмірно або недостатньо в’язкою	Відповідає кольору наповнювача, рівномірний у всій масі	Поверхня глянсова; допускається відділення сироватки до 3 % об’єму, включення біодобавки рівномірно розподілені
5	Чистий кисломолочний смак із приємним присмаком наповнювача, гармонійно солодкий	Виражений кисломолочний аромат, характерний для використаного наповнювача	Однорідна, у міру в’язка та щільна	Характерний для наповнювача, рівномірний по всій масі	Поверхня глянсова, без відділення сироватки; частинки біодобавки рівномірно розподілені в продукті

Висновки за розділом

Визначено об’єкти та методи досліджень, необхідні для обґрунтування технології виробництва йогурту, збагаченого селеном. Як основну сировину використано сухе знежирене молоко, біодобавку «Селен», бактеріальні закваски для йогурту, а також рослинні смакові компоненти – мелений імбир і корицю.

Сформовано загальну схему проведення експериментальних досліджень, яка передбачає підбір дози та стадії внесення селеновмісної біодобавки, вибір смакових компонентів, оцінювання їх впливу на якість готового продукту та встановлення раціональних технологічних параметрів.

Для оцінювання якості контрольних і дослідних зразків використано органолептичні та фізико-хімічні методи досліджень. Органолептичні показники визначали за смаком, запахом, кольором, консистенцією та зовнішнім виглядом із використанням 5-бальної шкали. Також передбачено визначення титрованої та активної кислотності, що дає змогу оцінити перебіг процесу сквашування та якість готового кисломолочного продукту.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Підбір дози та стадії внесення біодобавки з селеном

За рекомендаціями ВООЗ, добова потреба організму людини в селені становить приблизно 50 – 70 мкг. Водночас потреба в цьому мікроелементі може змінюватися залежно від віку, статі та фізіологічного стану: вона є вищою у чоловіків, вагітних і жінок у період лактації та нижчою у дітей і підлітків. Окрім спеціальних препаратів і біологічно активних добавок, селен надходить до організму з харчовими продуктами, що ускладнює точне визначення його загального добового споживання. Проте в регіонах із дефіцитом селену ризик перевищення безпечного рівня понад 400 мкг на добу за умови споживання 50 – 100 мкг мікроелемента є практично мінімальним. Доза 100 мкг селену на день здатна повністю забезпечити добову потребу організму в цьому елементі [6, 7].

Біологічно активна добавка із селеном покриває 100 % добової потреби в цьому мікроелементі за умови її споживання в кількості 1,0 г.

На початковому етапі експериментальних досліджень визначали вплив внесення селеновмісної біодобавки на органолептичні властивості дослідних зразків йогурту.

Для забезпечення достовірності отриманих результатів під час експерименту використовували сухе знежирене молоко однієї партії. Контрольний і дослідні зразки виготовляли на основі відновленого знежиреного молока з масовою часткою сухих речовин 14 %. Як контрольний зразок використовували класичний йогурт із вмістом сахарози 11 %.

Селеновмісну біодобавку додавали до суміші дослідних зразків у кількості від 0,1 до 0,8 %. Такий діапазон відповідав забезпеченню від 13 до 100 % добової потреби дорослої середньостатистичної людини в селені за умови споживання однієї порції продукту масою 200 г [6].

Внесення біодобавки здійснювали з кроком 0,1 % у межах концентрацій 0,1 – 0,8 %. Отримані експериментальні дані щодо впливу селеновмісної добавки на

органолептичні показники йогурту наведено в таблиці 3.1, а результати бальної органолептичної оцінки відповідно до таблиці 3 розділу «Об'єкти та методи досліджень» подано на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив вмісту біодобавки на органолептичні властивості кисломолочного напою

Зразок / вміст біодобавки, %	Характеристика смаку та запаху	Характеристика консистенції
Контроль	Чистий, властивий кисломолочному продукту	Однорідна, в'язка
0,1	Чистий кисломолочний смак і запах, без вираженого впливу добавки	Однорідна, в'язка, з поодинокими вкрапленнями бурого кольору
0,2	Чистий кисломолочний, із ледь помітним ароматом внесеного компонента	Однорідна, в'язка, наявні незначні бурі вкраплення
0,3	Чистий кисломолочний, зі слабко вираженим запахом наповнювача	Однорідна, в'язка, спостерігаються бурі включення
0,4	Кисломолочний, чистий, із помітним ароматом внесеного наповнювача	Однорідна, в'язка, з наявністю бурих вкраплень
0,5	Кисломолочний, із легким присмаком водоростей та ароматом наповнювача	Однорідна, в'язка, з бурими включеннями
0,6	Кисломолочний, із слабким водоростевим присмаком і запахом внесеного компонента	Однорідна, в'язка, з численними бурими вкрапленнями
0,7	Кисломолочний, специфічний, із вираженим запахом водоростей і помітним присмаком біодобавки	Однорідна, в'язка, з великою кількістю бурих включень
0,8	Кисломолочний, специфічний, із різко вираженим запахом водоростей та небажаним присмаком біодобавки	Однорідна, в'язка, з численними бурими вкрапленнями

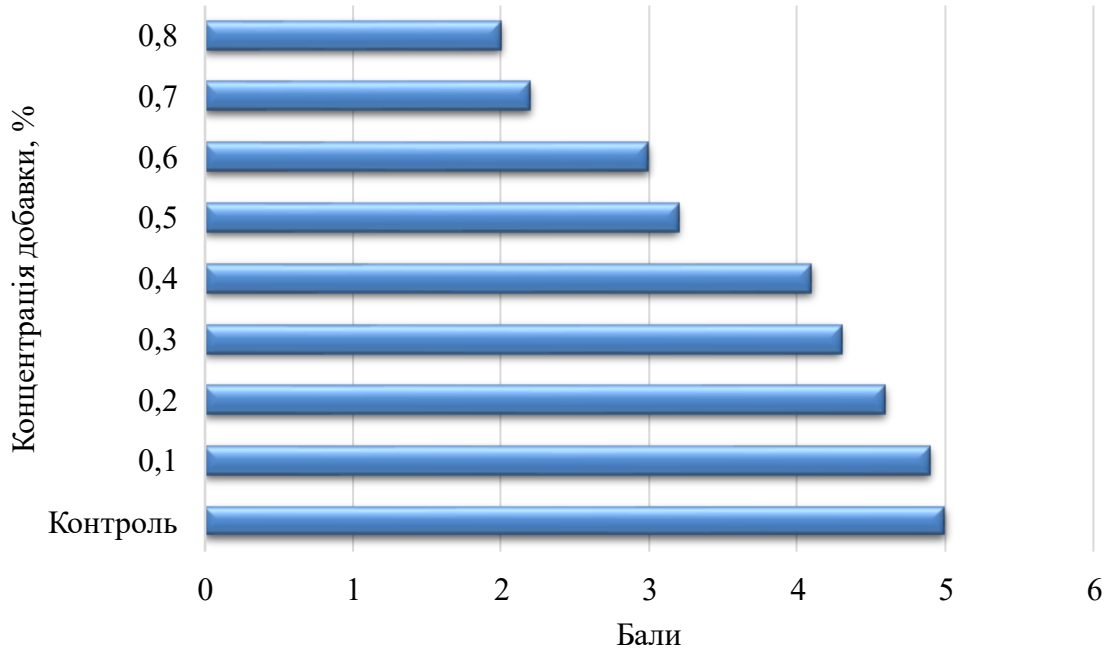


Рисунок 3.1 – Залежність органолептичних властивостей кисломолочного напою з біологічно активними речовинами від вмісту біодобавки

Як свідчать результати, наведені в таблиці 3.1, дослідні зразки з вмістом біодобавки від 0,1 до 0,4 % мали чистий кисломолочний смак і запах, властивий продукту з внесеним наповнювачем. За підвищення концентрації біодобавки понад 0,4 % аромат наповнювача ставав більш відчутним, а за дозування понад 0,6 % з'являвся специфічний присмак і запах водоростей.

Отже, за органолептичними показниками, зокрема смаком і запахом, оптимальним було визначено зразок із концентрацією біодобавки 0,4 %. Така кількість забезпечує близько 50 % добової потреби організму в селені [6].

За результатами досліджень також встановлено, що кількість внесеної біодобавки істотно не впливає на консистенцію готового кисломолочного напою.

На другому етапі експерименту досліджували можливість внесення біодобавки перед пастеризацією. Оскільки селен є чутливим до дії високих температур, кількість біодобавки збільшували. Згідно з літературними даними, дозу селену підвищували вдвічі. Для цього готували дослідні зразки з концентрацією селеновмісної біодобавки від 0,6 до 1,0 % з інтервалом 0,2 %. Після цього зразки пастеризували, заквашували та сквашували за стандартними

технологічними режимами. Як контроль використовували зразок із вмістом біодобавки 0,4 %, внесеної після пастеризації.

У роботі розглядали два варіанти внесення селеновмісної біодобавки:

- до пастеризації нормалізованої суміші;
- після пастеризації, безпосередньо перед заквашуванням.

Для встановлення раціонального етапу внесення біодобавки із селеном виготовляли два дослідні зразки. У першому варіанті порошкоподібну біодобавку додавали до нормалізованої суміші перед пастеризацією у кількості 0,6 % від маси суміші. У другому варіанті її вносили після пастеризації разом із закваскою у кількості 0,4 %. Контрольний зразок виготовляли без додавання біодобавки.

Технологічний процес здійснювали традиційним способом. У процесі досліджень визначали динаміку кислотонакопичення, а також показники титрованої та активної кислотності. Результати визначення титрованої кислотності контрольного й дослідних зразків наведено в таблиці 3.2, активної кислотності – у таблиці 3.3, а загальну динаміку кислотонакопичення подано на рисунку 3.2.

Таблиця 3.2 – Динаміка кислотонакопичення з біодобавкою, внесеною до та після пастеризації

Етап / тривалість сквашування	Контрольний зразок, °Т	Зразок із біодобавкою, внесеною до пастеризації, °Т	Зразок із біодобавкою, внесеною після пастеризації, °Т
До внесення закваски	21	21,0	21,0
Через 1 годину сквашування	28,0	26,0	25,0
Через 2 години сквашування	38,0	36,0	35,0
Через 3 години сквашування	60,0	58,0	56,0
Через 4 години сквашування	76,0	74,0	75,0

Як свідчать дані, наведені на рисунку 3.2, істотних відмінностей у процесі накопичення кислотності між контрольним зразком і дослідними зразками з біодобавкою, внесеною до або після пастеризації, не встановлено. Зміна титрованої та активної кислотності в усіх зразках відбувалася за подібною закономірністю.

Після 4 годин сквашування титрована кислотність досягала близько 75 °Т, а значення активної кислотності становило pH 4,62.

Таблиця 3.3 – Динаміка кислотонакопичення з біодобавкою, внесеною до та після пастеризації

Тривалість сквашування	Контроль	Дослідний зразок із добавками, внесеними після пастеризації	Дослідний зразок з добавками, внесеними до пастеризації
Через 1 годину	6,16	6,06	6,15
Через 2 години	5,84	5,83	5,86
Через 3 години	4,97	4,97	4,99
Через 4 години	4,67	4,68	4,72

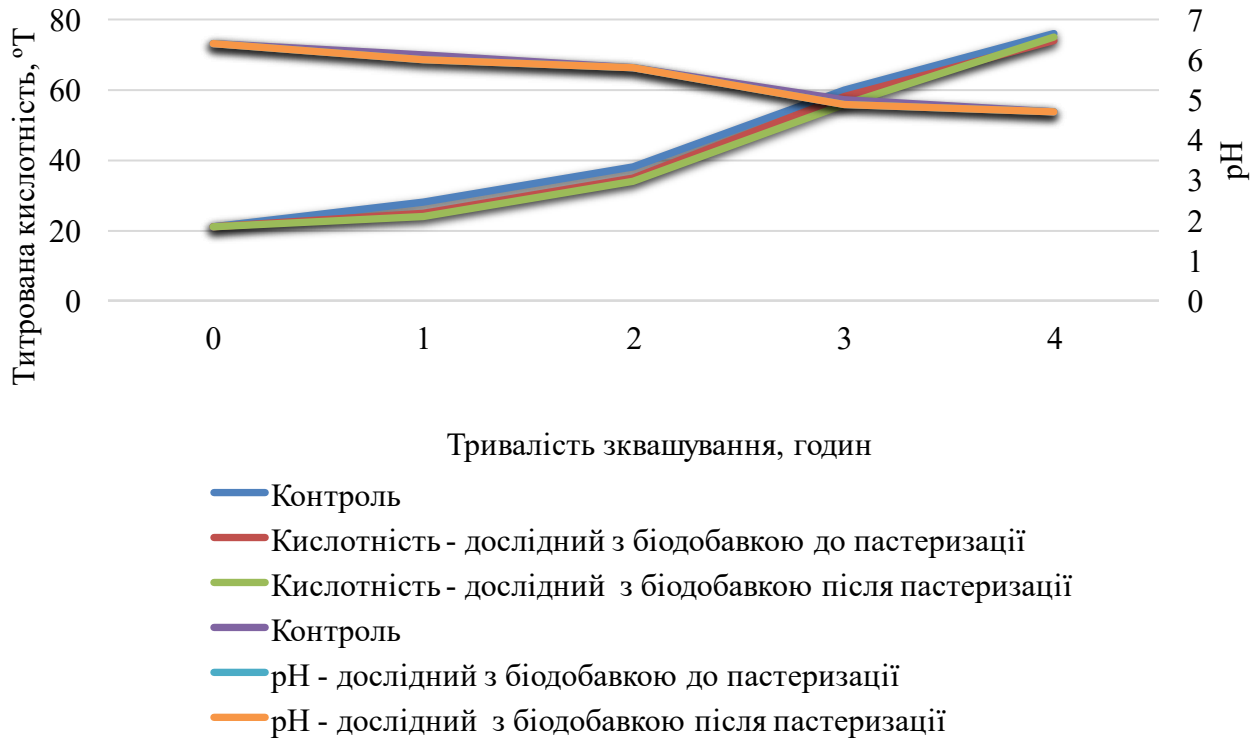


Рисунок 3.2 – Динаміка кислотонакопичення з біодобавкою 0,6 %, внесеною до пастеризації та 0,4 % після пастеризації

На наступному етапі було проведено органолептичне оцінювання дослідних зразків йогурту. Кожний показник якості визначали за 5-бальною шкалою, опис якої наведено в розділі «Об’єкти та методи досліджень».

Результати органолептичної оцінки дослідних зразків у порівнянні з контрольним зразком подано на рисунку 3.3.

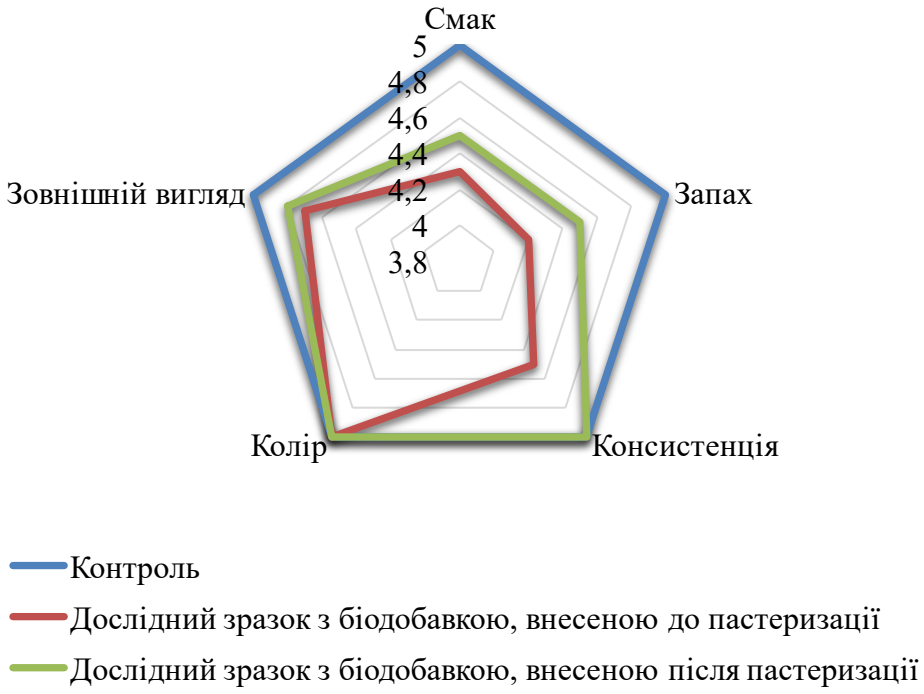


Рисунок 3.3 – Оцінювання органолептичних показників зразків

За органолептичними показниками зразки з біодобавкою, внесеною як до, так і після пастеризації, істотно не відрізнялися від контрольного зразка. Оскільки суттєвих відмінностей не було виявлено також у динаміці кислотонакопичення, біодобавку можна додавати або до пастеризованої суміші в кількості 0,4 % від її маси, або на етапі нормалізації перед тепловою обробкою в кількості 0,6 %. Проте з позиції забезпечення мікробіологічної безпечності продукту доцільнішим є внесення біодобавки до пастеризації.

3.2 Вибір компонентів рослинного походження, визначення кількості їх внесення

Були досліджені та випробувані такі наповнювачі як імбир та кориця. Наповнювачі вносили в сухому вигляді готовий продукт, в якому вони погано розподілялися, і для кращого розподілу наповнювачів їх вносили в рідкому вигляді (сухий порошок змішували з молоком у співвідношенні 1:1, перемішували і вносили в пастеризовану суміш перед пастеризацією) [7].

На першому етапі досліджень використовували імбир та корицю. При доборі дози імбиру її варіювали у кількості від 01 до 1,0 % з кроком 0,1 %. Сухий порошок імбиру вносили в готовий йогурт і визначали у зразках органолептичні показники.

При доборі дози кориці готували зразки йогурту з дозуванням 0,1 – 0,4 % з кроком 0,1 %. У підготовлених зразках так само визначали смак та запах за 5 бальною шкалою.

Вплив доз імбиру та кориці представлені в таблицях 3.4 та 3.5 відповідно.

Відповідно до даних, представлених у таблицях 3.4 та 3.5, імбир має слабкий запах і не здатний заглушити запах біодобавки, але надає продукту пікантний ледь гострувати смак. Кориця навпаки, володіючи слабкою смакоутворюючою здатністю, надає йогурту яскраво-вираженого аромату і повністю маскує запах біодобавки. Тому було вирішено скомбінувати корицю з імбиром у різних співвідношеннях. Бальна оцінка зразків із сумішшю імбиру та кориці у співвідношенні 1:1 у різних концентраціях представлена на рисунку 3.4.

Таблиця 3.4 – Вплив концентрації імбиру на показники якості йогурту

Доза імбиру, %	Органолептичні показники – смак, запах
0,1	Солодкий смак з легкою приємною гостринкою, запаху імбиру практично не відчувається, запах біодобавки
0,2	Солодкий смак з легкою приємною гостринкою, відчувається слабкий запах імбиру та біодобавки
0,3	Солодкий смак з легкою приємною гостринкою, але через деякий час післясмак посилюється; відчувається слабкий запах імбиру та біодобавки
0,4	Солодкий смак з легкою гостринкою, але через деякий час післясмак посилюється; відчувається приємний запах імбиру та біодобавки
0,5	Солодкий смак з гостротою неприродною для кисломолочного продукту, аромат імбиру
0,6	Солодкий смак із гостротою неприродною для кисломолочного продукту, яскраво-виражений аромат імбиру
0,7	Гострий смак, яскраво-виражений аромат імбиру
0,8	Гострий смак, яскраво-виражений аромат імбиру
0,9	Гострий смак, яскраво-виражений аромат імбиру
1,0	Гострий смак, яскраво-виражений аромат імбиру

Таблиця 3.5 – Вплив концентрації кориці на показники якості йогурту

Доза кориці, %	Органолептичні показники – смак, запах
0,1	Чистий кисломолочний, солодкуватий, легкий смак кориці, недостатньо виражений аромат кориці
0,2	Чистий кисломолочний, солодкуватий, яскраво виражений аромат кориці, сторонніх запахів не відчувається, легкий присмак кориці
0,3	Чистий кисломолочний, солодкуватий, яскраво-виражений аромат кориці, сторонніх запахів не відчувається, з'являються легка гіркота та післясмак
0,4	Чистий кисломолочний, солодкуватий, яскраво-виражений аромат кориці, сторонніх запахів не відчувається, з'являються гіркота та післясмак

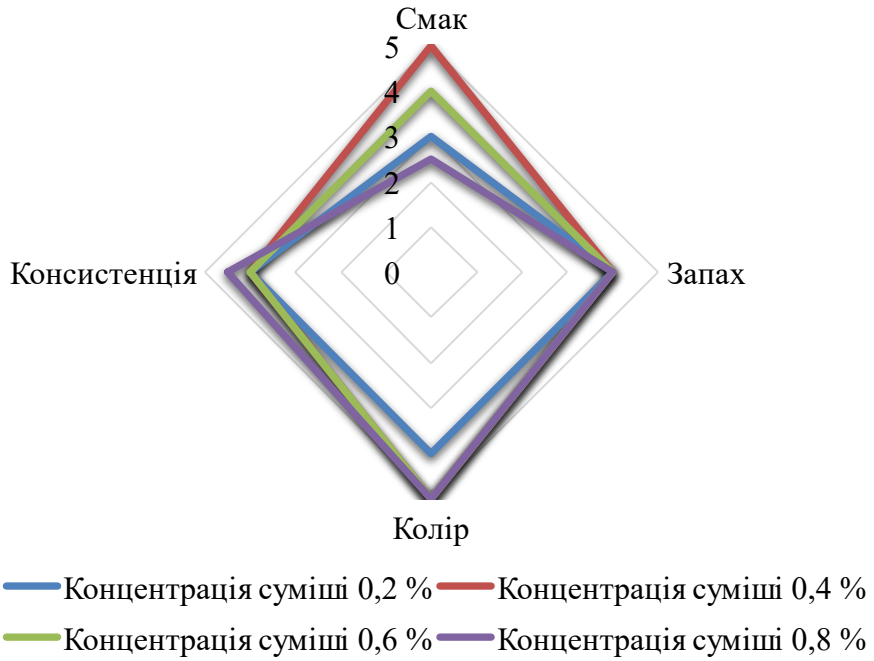


Рисунок 3.4 – Вплив концентрації наповнювачів на органолептичні показники дослідних зразків

Відповідно до даних, показаних на рисунку 3.4, найвищу кількість балів отримав зразок з концентрацією суміші імбиру та кориці 0,2 % кожного наповнювача (суміш 1:1 у кількості 0,4 %). Такий продукт має смак чистий, кисломолочний, солодкий з присмаком внесеного наповнювача, яскраво вираженим ароматом кориці, без сторонніх присмаків і запахів.

3.3 Дослідження показників якості готового продукту

Дослідження показників якості готового продукту дослідного зразка проводили порівняно з контролем. У контрольному та дослідному зразках визначали органолептичні та фізико-хімічні показники, вологоутримуючу здатність згустку.

Якісні характеристики дослідного та контрольного зразків представлені у таблиці 3.6.

Вологоутримуюча здатність дослідного зразка в порівнянні з контролем представлені на рисунку 3.5.

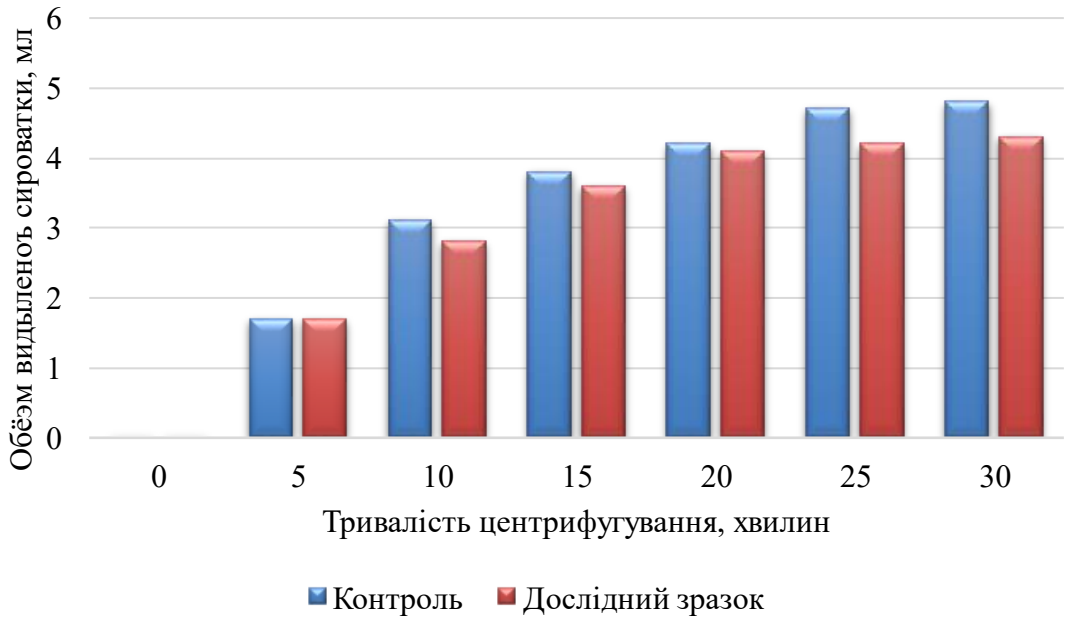


Рисунок 3.5 – Вологоутримуюча здатність дослідного зразка в порівнянні з контролем

Таблиця 3.6 – Якісні характеристики контрольного та дослідного зразків

Показник	Характеристика	
	Контроль	Дослідний зразок
Смак	Смак чистий кисломолочний, солодкий	Чистий, кисломолочний, солодкий, з легкою приємною гостринкою імбиру та легким присмаком кориці без сторонніх присмаків
Запах	Яскраво виражений кисломолочний аромат	Кисломолочний з яскраво-вираженим ароматом кориці та легким запахом імбиру, сторонніх запахів не спостерігається
Колір	Білий	Відповідний кольору наповнювача, рівномірний по всій масі
Консистенція	Однорідна, в'язка, в міру щільна, із відділенням сироватки не більше 5 %	Однорідна в'язка, потік рівний, в міру щільний, без відділення сироватки
Зовнішній вигляд	Поверхня глянсувата, без відділення сироватки	Поверхня глянсова, без відділення сироватки, наявність включень біодобавки, рівномірно розподілених по всьому об'єму
Кислотність, °Т	78,00	74,0
Активна кислотність	4,61	4,59
Відносна в'язкість, с	41,0	43,0
Вологоутримуюча здатність, $см^3/10см^3$	4,81	4,30
Вміст селену, мкг/200г	-	30,00

Як видно з даних, представлених на рисунку 36, при центрифугуванні протягом 30 хвилин і вимірі кожні 5 хвилин швидкості відділення сироватки, різниці в контролі та продукті істотної не спостерігається. Об'єм сироватки, що виділилася в продукті через 5 хвилин центрифугування становить 4,3см^3/10см^3.

Відповідно до даних таблиці 3.6 і рисунка 3.5, дослідний зразок не поступається за показниками якості контролю.

3.4 Дослідження терміну придатності селеновмісного йогурту

Дослідні зразки йогурту, збагаченого селеном, фасували у скляні баночки об'ємом 200 мл і поміщали на зберігання за температури 4 °С. Контроль показників якості проводили щоденно протягом 10 діб зберігання.

Отримані результати дослідження якості зразків йогурту під час зберігання наведено в таблиці 3.7 та таблиці 3.8.

Таблиця 3.7 – Органолептичні показники якості дослідного зразка під час зберігання

Показник якості	Характеристика протягом 10 діб зберігання
Смак	Чистий кисломолочний, солодкий, із приємним присмаком внесеного наповнювача
Запах	Виражений кисломолочний аромат, характерний для використаного наповнювача
Колір	Властивий внесеному наповнювачу, рівномірно розподілений по всій масі продукту
Консистенція	Однорідна, помірно в'язка
Зовнішній вигляд	Поверхня глянсова, без ознак відділення сироватки; включення біодобавки рівномірно розподілені по всій масі

Таблиця 3.8 – Динаміка титрованої кислотності під час зберігання

Тривалість зберігання, діб	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кислотність, °Т	74	74	75	77	79	80	83	85	87	89	90

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.7 та таблиці 3.8, свідчить, що протягом усього періоду зберігання істотних змін показників якості йогурту з біодобавкою «Селен» не спостерігалося. Упродовж 10 діб продукт зберігав властиві йому органолептичні характеристики: чистий кисломолочний смак, приємний аромат, однорідну консистенцію, рівномірний колір і належний зовнішній вигляд. Ознак погіршення якості, таких як відділення сироватки, поява стороннього запаху чи небажаного присмаку, не було виявлено.

итрована кислотність у процесі зберігання змінювалася поступово та незначно: від 74 до 90 °Т. Таке підвищення є закономірним для кисломолочних продуктів і пов’язане з подальшим перебігом біохімічних процесів під час холодильного зберігання.

На підставі отриманих результатів, а також з урахуванням методики розрахунку термінів придатності та гігієнічної оцінки строків зберігання харчових продуктів, встановлено рекомендований термін придатності йогурту з біодобавкою «Селен» – до 7 діб за умови зберігання при температурі 4 °С.

3.5 Розробка схеми технологічного процесу виробництва йогурту, збагаченого селеном

На підставі проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що йогурт, збагачений селеном, може вироблятися на підприємствах молочної промисловості за традиційною технологічною схемою виготовлення йогурту з урахуванням особливостей рецептурного складу та способу внесення функціональних компонентів.

Незалежно від виду використаної сировини, технологічна сутність виробництва йогурту із селеном полягає в підготовці нормалізованої молочної суміші, до складу якої входять підсолоджувачі та селеновмісна біодобавка, подальшій її пастеризації, охолодженні до температури заквашування, внесенні заквашувальної культури та проведенні процесу сквашування до досягнення необхідних показників кислотності.

Виробництво йогурту здійснювали відповідно до операційно-технологічної схеми, наведеної на рисунку 3.6. Приймання молока проводять згідно з вимогами ДСТУ 8553:2015 [1]. Після оцінювання якості молоко направляють на очищення, яке здійснюють на відцентрових молокоочисниках з метою видалення механічних домішок і підготовки сировини до подальшої переробки. Наступним етапом є нормалізація молока за масовою часткою жиру відповідно до рецептури готового продукту.

На стадії нормалізації можливе внесення розрахункової кількості селеновмісної біодобавки у кількості 0,6 % від маси суміші, що відповідає першому способу її введення. Одночасно до суміші додають підсолоджувальні компоненти – цукор і сироп топінамбуру, які забезпечують формування приємного смаку та підвищують харчову цінність готового продукту.

Після підготовки нормалізовану суміш пастеризують за температури 92 °С із витримкою 2 – 8 хв. Такий режим теплової обробки дає змогу знищити небажану мікрофлору, підвищити мікробіологічну безпечність продукту та створити сприятливі умови для подальшого розвитку заквашувальних мікроорганізмів.

Після пастеризації суміш охолоджують до температури заквашування 40 – 45 °С. Далі вносять закваску, до складу якої входять в’язкі штами Streptococcus thermophilus і Lactobacillus bulgaricus у співвідношенні 2:1. Кількість закваски становить 5 % від маси суміші, що підлягає сквашуванню.

За другим способом внесення селеновмісну біодобавку додають після пастеризації, безпосередньо перед заквашуванням, у кількості 0,4 % від маси суміші. На цьому ж етапі вносять попередньо підготовлену суміш смакових наповнювачів — імбиру та кориці. Для її приготування сухий порошкоподібний компонент змішують із молоком у співвідношенні 1:10 за температури 35 °С, ретельно перемішують і пастеризують за температури 40 – 45 °С.

Після внесення закваски, біодобавки та смакових компонентів суміш перемішують протягом 10 хвилин для рівномірного розподілу всіх складових. Сквашування проводять протягом 3 – 4 годин до досягнення титрованої

кислотності близько 74 °Т. Після завершення сквашування продукт перемішують, фасують у споживчу тару, пакують і маркують відповідно до вимог чинної нормативної документації на даний вид кисломолочного напою.

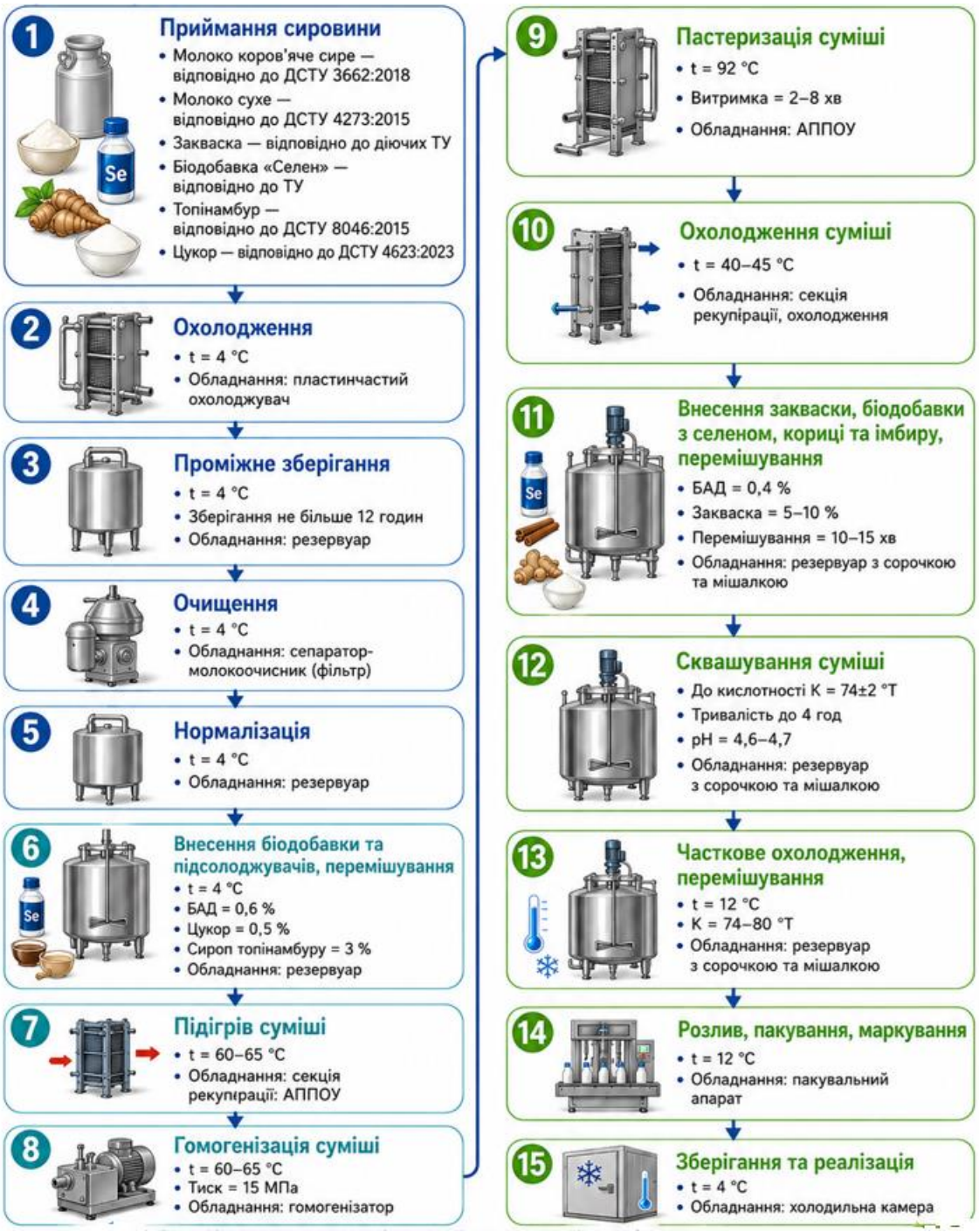


Рисунок 3.6 – Технологічна схема виробництва йогурту, збагаченого селеном

Упакований йогурт направляють до холодильної камери та зберігають за температури 4 °С. Після охолодження та стабілізації структури технологічний

процес вважається завершеним, а готовий продукт може бути реалізований споживачам [1, 4].

Особливістю запропонованої технології є те, що підсолоджувальні компоненти додають до нормалізованої молочної суміші перед її пастеризацією, тоді як селеновмісну біодобавку, а також суміш кориці та імбиру вносять у пастеризовану суміш на стадії заквашування.

Рецептурний склад йогурту, збагаченого селеном, із масовою часткою жиру 2,5 % наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Рецептура на йогурт 3,2 % жирності, збагаченого селеном (в кг на 10 кг продукту)

Сировина	Кількість, кг
Молоко незбиране 3,2 % жирності	9,1
Закваска на знежиреному молоці	0,0005
Добавка с селеном	0,06
Сироп топінамбура	0,30
Цукор	0,5
Суміш імбиру та кориці в співвідношенні 1:1	0,04
Всього	10

Запропонована технологія може бути рекомендована до впровадження у виробничих умовах.

Висновки за розділом

Проведено експериментальні дослідження з обґрунтування рецептурного складу та технології виробництва йогурту, збагаченого біологічно активною добавкою із селеном. Визначено вплив різних концентрацій селеновмісної біодобавки на органолептичні показники кисломолочного напою та встановлено, що найкращі смакові властивості мали зразки з вмістом добавки до 0,4 %. За подальшого збільшення її кількості з’являвся специфічний присмак і запах

водоростей, що знижувало споживчу привабливість продукту.

Встановлено, що оптимальною за органолептичними показниками є концентрація біодобавки 0,4 % від маси суміші, що забезпечує близько 50 % добової потреби людини в селені при споживанні однієї порції продукту. Досліджено два способи внесення біодобавки: до пастеризації нормалізованої суміші та після пастеризації перед заквашуванням. Встановлено, що обидва способи істотно не впливають на динаміку кислотонакопичення, титровану та активну кислотність, а також на органолептичні властивості готового продукту. Однак з погляду мікробіологічної безпечності доцільнішим є внесення біодобавки до пастеризації у кількості 0,6 %.

Проведено підбір рослинних смакових компонентів для покращення органолептичних властивостей йогурту. Встановлено, що імбир надає продукту легкого пікантного присмаку, але недостатньо маскує запах біодобавки, тоді як кориця забезпечує виражений аромат і краще приховує небажані відтінки запаху. Найкращі результати отримано при використанні суміші імбиру та кориці у співвідношенні 1:1 у загальній кількості 0,4 %.

Дослідження показників якості готового продукту показало, що дослідний зразок не поступається контрольному за органолептичними та фізико-хімічними характеристиками. Йогурт мав чистий кисломолочний смак, приємний аромат кориці та імбиру, однорідну в’язку консистенцію, рівномірний колір і глянсову поверхню без відділення сироватки. Титрована кислотність дослідного зразка становила 74 °Т, активна кислотність – pH 4,59, а вміст селену – 30 мкг у 200 г продукту.

Під час зберігання йогурту за температури 4 °С протягом 10 діб істотного погіршення органолептичних показників не виявлено. Продукт зберігав чистий кисломолочний смак, характерний аромат, однорідну консистенцію та належний зовнішній вигляд. Титрована кислотність поступово зростала від 74 до 90 °Т, що є типовим для кисломолочних продуктів під час холодильного зберігання. На основі отриманих результатів рекомендований термін придатності йогурту із селеном встановлено до 7 діб за температури 4 °С.

Розроблено технологічну схему виробництва йогурту, збагаченого селеном, у виробничих умовах. Запропонована технологія передбачає приймання та очищення молока, нормалізацію, внесення підсолоджувачів, пастеризацію, охолодження до температури заквашування, внесення закваски, біодобавки та суміші імбиру з корицею, сквашування, фасування, пакування, маркування та зберігання готового продукту. Отже, розроблений йогурт із селеном може бути рекомендований для впровадження на підприємствах молочної промисловості як функціональний кисломолочний продукт.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві йогурту

Розроблення картки з безпеки праці при виробництві йогурту є доцільним, оскільки технологічний процес передбачає використання різних видів обладнання, дію підвищених і знижених температур, контакт із мийними та дезінфекційними засобами, а також можливість виникнення механічних, термічних, хімічних і санітарно-гігієнічних ризиків. Під час виробництва працівники виконують операції з приймання, очищення, нормалізації, пастеризації, гомогенізації, сквашування, фасування та зберігання продукту, тому кожен етап потребує чіткого дотримання вимог охорони праці.

Картка з безпеки праці (рисунок 4.1) дає змогу систематизувати основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначити вимоги безпеки перед початком роботи, під час виконання технологічних операцій і після їх завершення. Вона також встановлює перелік необхідних засобів індивідуального захисту, правила безпечної експлуатації обладнання та порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Використання такої картки сприяє зниженню ризику травмування працівників, запобіганню опікам, ураженню електричним струмом, контакту з хімічними речовинами та мікробіологічному забрудненню продукції. Крім того, вона підвищує рівень виробничої дисципліни, забезпечує дотримання санітарно-гігієнічних вимог і сприяє стабільному випуску безпечного та якісного йогурту.



Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці для працівників цеху з виробництва йогурту

Отже, розроблення картки з безпеки праці є важливим елементом організації безпечного виробництва йогурту, оскільки дозволяє поєднати вимоги

охорони праці, виробничої санітарії та технологічної безпеки в єдину практичну інструкцію для працівників.

4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві йогурту

Під час виробництва йогурту утворюються такі основні відходи (рисунок 4.2): залишки молочної сировини, сироватка, змивні води після миття обладнання, залишки закваски та біодобавок, а також пакувальні матеріали. Їх утилізація повинна здійснюватися з дотриманням санітарних та екологічних вимог.



Рисунок 4.2 – Схема утилізації відходів виробництва йогурту

Сироватку та залишки молочної сировини доцільно використовувати для виробництва кормових добавок, напоїв, сироваткових концентратів або передавати на переробку. Змивні води після миття обладнання необхідно направляти на локальні очисні споруди для видалення органічних забруднень, жирів і мийних засобів. Органічні залишки можуть бути використані для компостування або виробництва біогазу.

Пакувальні матеріали, зокрема пластик, картон і полімерну тару, слід

сортувати та передавати на вторинну переробку. Непридатні до переробки відходи підлягають вивезенню спеціалізованими підприємствами. Раціональна утилізація відходів дає змогу зменшити негативний вплив виробництва йогурту на довкілля та підвищити екологічну безпечність підприємства.

Висновки за розділом

Розроблено картку з безпеки праці, яка дає змогу систематизує небезпечні фактори, правила безпечної роботи, засоби індивідуального захисту та дії працівників у разі аварійної ситуації. Її використання сприяє зниженню виробничого травматизму та запобіганню забрудненню продукції.

Визначено основні відходи виробництва йогурту та запропоновано шляхи їх утилізації: переробку сироватки, очищення стічних вод, компостування органічних залишків, виробництво біогазу та вторинну переробку пакувальних матеріалів.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Сформований кошторис витрат є підставою для визначення необхідного обсягу фінансового забезпечення на виконання науково-дослідної роботи. Під час його складання враховують витрати на закупівлю основної та допоміжної сировини, споживання електроенергії, оплату праці виконавців, амортизацію обладнання, а також загальновиробничі й накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{5.1}$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_1$ – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/г.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень з розрахунку виготовлення 10 кг дослідних йогурту

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків йогурту

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Молоко незбиране 3,2 % жирності	9,1	51,00	464,10
Закваска на знежиреному молоці	0,0005	280000,00	14,00
Добавка с селеном	0,06	2830,00	169,80
Сироп топінамбура	0,30	879,00	263,70
Цукор	0,5	29,83	14,92
Імбир	0,02	285,00	5,70
Кориця	0,02	210,00	4,20
Всього			936,42

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 24 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 24}{100} = 480,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

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

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 електроенергії на роботу йогуртниці, становлять:

$$E_1 = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 16,4 = 1298,88 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_2 = 0{,}1 \cdot 0{,}9 \cdot 200 \cdot 16{,}4 = 295{,}20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_1 + E_2 = 1298{,}88 + 295{,}20 = 1594{,}08 \text{ грн.}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

$$A = \frac{Ф \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \tag{5.3}$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Йогуртниця	7000,00	10	10	19,17
Ноутбук	18000,00	24	25	295,89
Всього				315,06

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	936,42
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	480,00
Електроенергія (Е)	1594,08
Амортизація (А)	315,06
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	6925,56

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на заробітну плату та накладні витрати, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \qquad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 6925,56 + \frac{30 \cdot 6925,56}{100} = 9003,22 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9003,22 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг дослідного зразку розроблених цукерок буде складати 93,64 грн.

Висновки за розділом

Розраховано витрати на проведення експериментальних досліджень з розроблення йогурту, збагаченого селеном. Визначено витрати на сировину, оплату праці, нарахування на заробітну плату, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати.

Вартість основних матеріалів для виготовлення 10 кг дослідного продукту становить 936,42 грн, а сировинна вартість 1 кг йогурту – 93,64 грн. Загальна сума витрат на проведення дослідження складає 6925,56 грн, а з урахуванням рентабельності – 9003,22 грн.

Отже, проведені розрахунки підтверджують економічну доцільність виконання досліджень і можуть бути використані для подальшого обґрунтування впровадження йогурту, збагаченого селеном, у виробництво.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано доцільність розроблення кисломолочного напою функціонального призначення, збагаченого селеном та біологічно активними речовинами. Встановлено, що асортимент кисломолочних продуктів із селеном є обмеженим, тому створення такого продукту є актуальним.

Визначено об'єкти та методи досліджень. Для виготовлення дослідних зразків використано сухе знежирене молоко, біодобавку «Селен», бактеріальні закваски, імбир і корицю. Якість продукту оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Експериментально встановлено, що оптимальна концентрація біодобавки становить 0,4 % від маси суміші, що забезпечує близько 50 % добової потреби людини в селені при споживанні однієї порції продукту. За вищих концентрацій з'являвся небажаний присмак і запах водоростей.

Досліджено два способи внесення біодобавки – до пастеризації та після пастеризації перед заквашуванням. Встановлено, що суттєвого впливу на кислотонакопичення та органолептичні показники вони не мають, однак з погляду мікробіологічної безпечності доцільніше вносити біодобавку до пастеризації у кількості 0,6 %.

Підібрано смакові компоненти рослинного походження. Найкращі результати отримано при використанні суміші імбиру та кориці у співвідношенні 1:1 у кількості 0,4 %, що забезпечує приємний смак, аромат і маскує небажані відтінки біодобавки.

Дослідний зразок йогурту мав чистий кисломолочний смак, аромат кориці та імбиру, однорідну в'язку консистенцію, рівномірний колір і глянсову поверхню без відділення сироватки. Титрована кислотність становила 74 °Т, активна кислотність – pH 4,59, вміст селену – 30 мкг у 200 г продукту.

Під час зберігання за температури 4 °С протягом 10 діб істотного погіршення якості не виявлено. Рекомендований термін придатності йогурту, збагаченого селеном, встановлено до 7 діб.

Розроблено технологічну схему виробництва йогурту із селеном, яка може бути впроваджена на підприємствах молочної промисловості. Також запропоновано заходи з охорони праці, безпеки виробництва та утилізації відходів.

Виконано економічні розрахунки. Вартість основних матеріалів для виготовлення 10 кг продукту становить 936,42 грн, сировинна вартість 1 кг йогурту – 93,64 грн. Загальні витрати на проведення дослідження складають 6925,56 грн, а з урахуванням рентабельності – 9003,22 грн.

Отже, розроблений йогурт, збагачений селеном, має функціональну спрямованість, добрі якісні показники та може бути рекомендований для подальшого виробничого впровадження.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С., Тертишний О.О. Інноваційні технології та обладнання переробки молока: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2026. 461 с.

2. Грек О. В. Молокопереробка. Інновації: підручник / О. В. Грек, О. О. Красуля; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2017. 390 с.

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

4. Власенко В. В., Головко М. П., Семко Т. В., Головко Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2018. 202 с.

5. Семко Т.В., Власенко І.Г. Технологія молока та молочних продуктів з елементами НАССР. Київ: Світ книг, 2021. 290 с.

6. Іванов С. В. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С. В. Іванов, О. В. Грек, Т. Г. Осьмак ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2017. 275 с.

7. Грек О. В. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: підручник / О. В. Грек, Т. А. Скорченко; Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2012. 362 с.

8. Грек О. В. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: навч. посібник / О. В. Грек, Г. Є. Поліщук, О. О. Онопрійчук; МОН молоді та спорту України, Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2011. 210 с.

9. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Тертишний О. О., Кошулько В. С. Інноваційні технології у виробництві цукристих речовин та продуктів харчування: Навчальний посібник. Дніпро: 2026. 622 с.

10. Єресько Г. О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посіб. / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

11. Божидарнік Т. В. Розвиток молокопродуктового підкомплексу АПК в умовах лобалізації : теоретико-методологічні та прикладні аспекти : монографія / Т. В. Божидарнік. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2011. 412 с.

12. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва : підручник / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук, В. М. Ковбасенко; за ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. 2-е вид., випр., доп. Київ: Біопром, 2005. 800 с.

13. Кочубей-Литвиненко, О. В. Технологія отримання та первинного оброблення молока : підручник / О. В. КочубейЛитвиненко, Н. М. Ющенко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 211 с.

14. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості: монографія / Є. С. Кузьмін. Київ : IAE, 2015. 254 с.

15. Методичні положення та норми продуктивності у виробництві молочних продуктів / В. В. Вітвіцький, Г. Т. Шкурін, В. І. Ковальчук, А. Є. Величко. Київ : Украгропромпродуктивність, 2005. 468 с.

16. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи : навч. посіб. / О. М. Бергілевич, В. В. Касянчук, В. З. Салата и др. ; ред. В. В. Касянчук. Суми : Унів. кн., 2010. 320 с.

17. Молоко та молочні продукти (GMP. HACCP) : довідник / ред. О. М. Якубчак. Київ : Біопром, 2010. 168 с.

18. Практикум з технології молока та молочних продуктів : навч. посіб. / О. В. Грек, Н. М. Ющенко, Т. Г. Осьмак та ін. ; Мво освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2015. 431 с.

19. Скорченко, Т. А. Технологія дитячих молочних продуктів : навч. посібник / Т. А. Скорченко, О. В. Грек ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 330 с.

20. Товарознавство молочних товарів : навч. посібник / А. Б. Рудавська, Г. В. Дейниченко, В. М. Козлов, Г. І. Дюкарева. Київ : Професіонал, 2004. 312 с.

21. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. посібник / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, В. Г. Федоров ; МОН України ; Нац. ун-т харч. технол. Київ НУХТ, 2012. 311 с.

22. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв: Навчальний посібник. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2025. 396 с.

23. Цехмістренко С. І. Біохімія молока та молокопродуктів: навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. І. Кононський. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. 168 с.

24. Калюжная, О. С., Калюжна, О. С., Стрілець, О. П., Стрелец, О. П., Стрельников, Л. С., & Стрельніков, Л. С. (2017). Розробка технології функціональних йогуртів збагачених рослинними інгредієнтами.

25. Ковальова, О., Чернець, С., & Гоман, А. (2024). Кисломолочні продукти збагачені безглютеновою зерновою сировиною. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції молодих вчених та студентів, 21 листопада 2024 р. Хмельницький : ХНУ. С. 246-248.

26. Крижак, Л. (2022). Clitoria ternatea—джерело функціонального компоненту для збагачення йогуртів. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 307(2), 182-187.

27. Ковальова, О. С., Кошулько, В. С., & Відлога, А. А. (2023). Виробництво йогурту збагаченого високобілковим зерновим наповнювачем. Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. молодих вчених та студентів, 22 листопада 2023 р. Хмельницький: ХНУ, 2023. С. 208-209.

28. Варданян, Г. (2025). Наукове обґрунтування та розроблення способу виробництва йогурту, збагаченого борошном вівса та білком зеленої гречки.

29. Далєвська, Д. Я. (2021). Технологія виготовлення молока та молочнокислих продуктів з використанням біологічно активного йоду (Doctoral dissertation, Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя).

30. Овсієнко, С. М., Берник, І. М., & Новгородська, Н. В. (2023). Якість йогурту при використанні пробіотичних заквасок та рослинного наповнювача. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. Серія" Харчові технології". 2023. Т. 25.№ 100. С. 53-59.

31. Askarov, I. R., & Khasanova, D. T. (2024). Enrichment of the Composition of Yogurt: the Use of Biologically Active Food Additives Based on Sprouted Wheat and Barley. American Journal of Technology and Applied Sciences, 22, 22-25.

32. Bankole, A. O., Irondi, E. A., Awoyale, W., & Ajani, E. O. (2023). Application of natural and modified additives in yogurt formulation: Types, production, and rheological and nutraceutical benefits. Frontiers in Nutrition, 10, 1257439.

33. Kovaliova, O., Pivovarov, O., & Koshulko, V. (2022). Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment.

34. Dysin, A. P., Egorov, A. R., Godzishevskaya, A. A., Kirichuk, A. A., Tskhovrebov, A. G., & Kritchenkov, A. S. (2023). Biologically active supplements affecting producer microorganisms in food biotechnology: a review. Molecules, 28(3), 1413.

35. Pivovarov, O., Kovaliova, O., & Koshulko, V. (2020). Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production.

36. Mehra, R., Kumar, H., Rafiq, S., Kumar, N., Buttar, H. S., Leicht, K., ... & Korzeniowska, M. (2022). Enhancing yogurt products' ingredients: preservation strategies, processing conditions, analytical detection methods, and therapeutic delivery—an overview. PeerJ, 10, e14177.

37. Petrotos, K. B., Karkanta, F. K., Gkoutsidis, P. E., Giavasis, I., Papatheodorou, K. N., & Ntontos, A. C. (2012). Production of novel bioactive yogurt enriched with olive fruit polyphenols. World Acad. Sci. Eng. Technol, 64, 867-872.

38. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., ... & 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.

39. Li, B., Ye, L., Zhao, Y., Liu, Y., Chen, Y., & Zhang, H. (2025). A comprehensive review of probiotic yogurt: Nutritional modulation, flavor improvement, health benefits, and advances in processing techniques. Agricultural Products Processing and Storage, 1(1), 17.

40. Salama, H. H., & Bhattacharya, S. (2022). Advancement of yogurt production technology. In Advances in dairy microbial products (pp. 117-131). Woodhead Publishing.

41. Dubrovskii, I. I., Arseneva, T. P., Evstigneeva, T. N., Gorshkova, S. B., Bazarnova, Y. G., & Iakovchenko, N. V. (2019). Development of formulation and technology of yogurt with prolonged shelf life enriched with biologically active substances from fennel seed extract.