

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

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

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

**Обґрунтування технології виробництва йогурту  
збагаченого високобілковим зерновим  
наповнювачем**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МГХТ-1-22  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Аліна ВІДЛОГА

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олена КОВАЛЬОВА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Наталія ІЛЬЧИШИНА

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій  
Ступінь вищої освіти: «Магістр»  
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»  
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Відлозі Аліні Андріївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва йогурту збагаченого високобілковим зерновим наповнювачем».  
Керівник роботи: Ковальова Олена Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва кисломолочної продукції збагаченої рослинними наповнювачами з високим вмістом булку. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Методи та методики проведення досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Рецептурні рішення збагачених йогуртів і оцінка їх безпеки. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд літератури. 2 Мета роботи і завдання досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Рецептурні рішення збагачених йогуртів і оцінка їх безпеки. 5 Кошторис витрат на проведення досліджень. 6 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	09.11.2023	08.12.2023
5	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	09.11.2023	08.12.2023
6	доцентка КОВАЛЬОВА Олена	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	13.11-15.11.23	виконано
3	Методи та методики проведення досліджень	16.11-17.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-22.11.23	виконано
5	Рецептурні рішення збагачених йогуртів і оцінка їх безпеки	23.11-28.11.23	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	29.11-30.11.23	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.12-04.12.23	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	05.12-06.12.23	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.12.2023	виконано

**Здобувачка вищої освіти** \_\_\_\_\_ Аліна ВІДЛОГА  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Олена КОВАЛЬОВА  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва йогурту збагаченого високобілковим зерновим наповнювачем»

**Кваліфікаційна робота містить:** 80 с., 17 рис., 27 табл., 62 літературних джерел посилань.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес виготовлення йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку.

**Предмет дослідження** – встановлення закономірностей процесу виробництва йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з технологічними параметрами процесу приготування білкового екстракту рослинного походження.

**Метою кваліфікаційної роботи** є розширення асортиментів кисломолочних продуктів типу йогурту, збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку або білкового екстракту рослинного (зернового) походження.

Харчові продукти є ключовим джерелом енергії для людини, вони визначають її фізичний стан та відіграють значущу роль у розвитку та підтримці функцій організму, а також впливають на інтелектуальну активність.

Провідним напрямком в області харчування є створення асортименту продуктів, що сприяє поліпшенню здоров'я при щоденному вживанні їх в складі раціону. Наявність у таких продуктах інгредієнтів, як харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, молочнокислі бактерії, олігосахариди, амінокислоти, протеїни, органічні кислоти й інші, підвищує їхню біологічну й харчову цінність і дозволяє віднести їх до збагачених або функціональним продуктам залежно від частки задоволення добової норми в есенційних компонентах [13].

### КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Йогурт, нут, білок, наповнювач, реологічні властивості, сквашування, підготовка, ефективність, дослідження, результати.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	10
1.1 Рослинна сировина у виробництві молочних продуктів	10
1.3 Характеристика нуту як сировинного ресурсу в створенні нових видів збагачених продуктів харчування	15
Висновки до розділу	19
2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Методи досліджень	21
Висновки до розділу	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	29
3.1 Обґрунтування технологічних параметрів, режимів і розробка технологічної схеми одержання білкового екстракту	29
3.2 Дослідження комплексу властивостей нутового білкового екстракту	31
3.3 Дослідження особливостей молочнокислого бродіння молочних сумішей із застосуванням нутового білкового екстракту	38
3.4 Обґрунтування вибору стабілізаторів і дослідження структурно-функціональних властивостей йогуртів	45
Висновки до розділу	53
4 РЕЦЕПТУРНІ РІШЕННЯ ЗБАГАЧЕНИХ ЙОГУРТІВ І ОЦІНКА ЇХ БЕЗПЕКИ	54
4.1 Вибір інгредієнтів і складання технологічних схем збагачених йогуртів	54
4.2 Оцінка якості і харчової цінності йогуртів з нутовим білковим екстрактом	55
Висновки до розділу	62
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	63
5.1 Розробка карти безпеки праці	63
5.2 Утилізація відходів виробництва	64

Висновки до розділу	65
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
6.1 Організація проведення дослідження	66
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	67
6.3 Розрахунок вартості дослідження	70
Висновки до розділу	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	72
БІБЛІОГРАФІЯ	73

## ВСТУП

Харчові продукти є ключовим джерелом енергії для людини, вони визначають її фізичний стан та відіграють значущу роль у розвитку та підтримці функцій організму, а також впливають на інтелектуальну активність.

Провідним напрямком в області харчування є створення асортименту продуктів, що сприяє поліпшенню здоров'я при щоденному вживанні їх в складі раціону. Наявність у таких продуктах інгредієнтів, як харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, молочнокислі бактерії, олігосахариди, амінокислоти, протеїни, органічні кислоти й інші, підвищує їхню біологічну й харчову цінність і дозволяє віднести їх до збагачених або функціональним продуктам залежно від частки задоволення добової норми в есенційних компонентах [13].

До найпоширеніших продуктів такого типу відносяться насамперед ті, які сприяють підтримці й відновленню мікробної екології людини [55]: пробіотичні, пребіотичні й симбіотичні. Особливою популярністю серед усіх соціальних шарів і груп населення у всіх країнах миру користуються йогурти, тому що вони є доступними в ціновому відношенні, виявляють позитивну дію на організм людини, смак і їх гама можуть бути досить різноманітні внаслідок легкого змішування з екстрактами, свіжими фруктами, прянощами й іншими добавками. А цілеспрямоване включення до їхнього складу харчових інгредієнтів і есенційних речовин: полісахаридів, лактулози, білків, вітамінів і ін., дозволить розширити їхню позитивну біологічну дію й різноманітити асортименти здорових продуктів харчування [5].

Нажаль вітчизняних розробок у цьому напрямку недостатньо, це пов'язано з малою вивченістю можливостей сировинних ресурсів у створенні таких продуктів. Поступальний розвиток нових технологій і наукове обґрунтування рецептурно-компонентних розв'язків має не тільки соціальне, але й величезне народногосподарське значення. Реалізація цього напрямку дозволить заощадити дефіцитні ресурси, розширити асортименти й впровадити ресурсозберігаючі

технології, гарантувати безпеку виробництва й збереження екологічної рівноваги природи.

За останні роки розроблені рецептури й технології комбінованих продуктів харчування із застосуванням рослин широкого спектра властивостей – від лікарських дикоростучих до звичних харчових [37]. За даними вітчизняних і закордонних фахівців вони виявляють властивості, близькі до кисломолочних продуктів.

Великий внесок у розвиток теорії й практики виготовлення комбінованих харчових продуктів внесли провідні вітчизняні й закордонні дослідники. Однак інформація вимагає узагальнення, аналізу й розвитку в розв'язку технологічних завдань виробництва кисломолочних продуктів. Разом з тим слід зазначити, що обсяг виробництва харчових продуктів на основі комбінованих ресурсів постійно зростає по всіх асортиментних групах і галузям (м'ясна, рибна й молочна промисловість). Цей напрямок, очевидно, у перспективі буде й далі розбудовуватися, оскільки за прогнозами традиційні ресурси виснажуються.

У проблемі комбінованих продуктів як і раніше провідне місце належить рослинам, оскільки саме вони й тільки вони здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних, і в цьому плані рослини не мають конкурентів по здатності створювати харчові ресурси.

Закордонний досвід і індустріальне забезпечення технологій дозволили представити сою й соєві продукти як функціональні інгредієнти в різних харчових системах. Вони довели здатність у плані забезпечення здоров'я людини і якості продуктів. Однак кліматичні умови не дають можливості вирощувати її повсюдно в Україні й вимагають розробки соєвих аналогів вітчизняного походження.

Узагальнюючи наявні інформаційно-патентні джерела, наш вибір припав на нут – бобову культуру, що має високу масову частку цінного білка, гарну врожайність, невибагливість. Особливий інтерес представляють дані, що свідчать про багатий мінеральний склад, особливо про вміст селену, відомого антираковою дією. Однак стосовно технології молочних продуктів, особливо кисломолочних, властивості нуту не вивчена.



Нут має ряд цінних функціональних властивостей. Застосування в раціоні харчування продуктів з нутом сприяє посиленню ослабленої діяльності легенів, усуває простудно-бронхіальні захворювання. Вміст у нуті магнію сприяє усуненню запаморочення, нормалізує тиск, захищає м'язи серця й кровоносних судин. Кальцій нуту необхідний також для здорового стані зубів, кісток, м'язів серця. Нут – одна з небагатьох зернобобових культур, що відрізняються сприятливим для організму людини співвідношенням кальцію й фосфору (1:1,5) [7].

Обґрунтування й створення технології нових продуктів з використанням нуту відкриває нові можливості в переробці цінної білкової сировини й створенні нових збагачених продуктів харчування.

Метою роботи є розширення асортиментів кисломолочних продуктів типу йогурту, збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку або білкового екстракту рослинного (зернового) походження.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання:

- дати комплексну оцінку харчової цінності, фізико-хімічних, функціональних і технологічних властивостей білкового екстракту;
- розробити основу з використанням коров'ячого молока й нутового білкового екстракту, визначити її функціонально-технологічні властивості стосовно технології збагачених кисломолочних продуктів;
- розробити нові рецептури йогуртів і їх технології, визначити якісні показники розроблених продуктів, обґрунтувати безпеку розроблених технологій і збагачених кисломолочних продуктів;
- розрахувати вартість проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з технологічними параметрами процесу приготування білкового екстракту рослинного походження.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1 Рослинна сировина у виробництві молочних продуктів

Незважаючи на різноманітність ПФП на молочній основі на вітчизняному ринку ні по якісному складу, ні по обсягах виробництва вони не відповідають сучасним потребам. У зв'язку із чим представляється актуальною розробка нових продуктів функціонального харчування для різних груп споживачів.

Унікальна нетрадиційна рослинна сировина має, на наш погляд, великий інтерес для вивчення можливості одержання нових джерел харчових інгредієнтів для створення збагачених і функціональних харчових продуктів із широким спектром фізіологічної дії й для розширення асортиментів КМН.

Для цих цілей широко застосовуються зернові культури, що збагачують молочні продукти рослинними білками, вуглеводами, харчовими волокнами, які регулюють біохімічні процеси в органах травлення, знижують імовірність виникнення серцевосудинних, онкологічних і інших захворювань, виводять із організму важкі метали, радіонукліди, холестерин, мікробні токсини й інші контамінанти [37]. Розроблені пробіотичні продукти з використанням морської капусти, що забезпечує організм людини клітковиною, йодом, мікроелементами, пігментами, сприяючи відновленню мікроекологічного балансу в організмі людини, підвищенню імунного статусу, усуненню дизбіотичних порушень і алергійних реакцій. Уведення в раціон харчування хворих із хронічними гнійно-запальними захворюваннями м'яких тканин кисломолочних напоїв з додаванням здрібненої ламінарії нормалізувало вміст йоду в організмі. При цьому відновлювалася активність основних бактерицидних систем в організмі, і підвищувалися захисні сили [5].

У якості функціональної складової, а також з метою заповнення нестачі білкового компонента й підвищення біологічної цінності продукту при розробці нових видів КМН використовуються рослинні білки [5].

Білок – найважливіший життєво необхідний компонент харчування, який виконує в харчових продуктах дві основні функції: харчову (біологічна цінність) і структурну. Остання забезпечує необхідну структуру, комплекс реологічних і інших фізико-хімічних властивостей сировини, що переробляється, і готових продуктів. Тим самим задаються консистенція, технологічні й інші якості харчових продуктів. Здатність білка виконувати структурні функції, забезпечуючи бажані споживчі якості продукту, характеризується широким комплексом фізико-хімічних характеристик, поєднаних терміном «функціональні властивості білка» [5].

Білок є незамінним нутрієнтом, при дефіциті якого порушуються пластичні й відновлювані процеси в організмі. У цей час потреба в білках основної частини населення України задовольняється лише на 75 % [5].

Серед різноманіття різних білків рослинного й тваринного походження більші ресурси мають рослинні білки в порівнянні із тваринами [5].

Різноразновидні асортименти продуктів на рослинній основі обумовлені різноманітністю сировини. Розроблений цілий ряд продуктів із застосуванням як чистого рослинного білка як сировини, так і його суміші із тваринними білками молочного походження й іншими харчосмаковими компонентами [6].

Вченими розроблений кисломолочний напій, що включає глюкозно-фруктозний сироп рослинного походження, отриманий з топінамбура сорту «Інтерес», і барвник (природний концентрат), виділений з гарбуза, що дозволяє розширити асортименти КМН, підвищити харчову, енергетичну цінність, стабілізувати реологічні властивості в процесі зберігання і збільшити строк реалізації продукту [11].

Для виробництва кисломолочного напою в підготовлену молочну сировину вносили здрібнені пшеничні зародкові пластівці в кількості 3,0 – 4,0 % від маси нормалізованої суміші і заквашували комбінованою закваскою, що складається з біфідобактерій і чистих культур ацидофільної палички в співвідношенні 10:1, додавали плодово-ягідні наповнювачі. Спосіб дозволяє скоротити процес

скашування, знизити трудомісткість, енергоємність і собівартість, підвищити цінність продукту [18].

У багатьох країнах у дослідницьких лабораторіях використовуються для збагачення молока при виробництві йогурту білки рослинного й іншого походження [46]. У виготовленні кисломолочних продуктів застосовують бобові (кормові боби, вігна і маш). Йогурт на основі кормових бобів високо цінується в Єгипті, але ферментоване молоко, виготовлене з вігни або машу, за якістю поступається йому. Стабільний продукт виходить при змішуванні й обробці яєчного білка, соєвого молока, соків рослин, цукру, знежиреного молока і ванільного цукру.

Для часткової заміни молочних білків при виробництві йогурту використовують білки соняшника. Встановлено, що такі білки повністю позбавлені гелеутворюючої здатності, але взаємодіють із казеїнами з утворенням м'якого желеподібного йогурту. Застосовуються також бавовняні білки і такі добавки, як «соєве молоко», вівсяне борошно й суха сироватка, «соєве молоко» та /або лущений рис [6].

Значний обсяг виробництва займають молочні продукти з білками сої – замітники молока, вершків, кисломолочних напоїв, сиру, білкових паст і т.д. [15].

Основні заперечення споживачів проти продуктів із сої пов'язані з бобовим смаком і метеоризмом (виділенням вуглекислого газу, водню і метану кишковою флорою при розкладанні і / або метаболізмі олігосахаридів, присутніх у сої). Ці проблеми можуть бути вирішені з допомогою різної обробки та / або ферментації продукту [4]. Для зниження активності цих речовин застосовують гостру пару, дезактивацію та інші методи.

Існує два сучасні підходи до виробництва ферментованої їжі – використання соєвого молока для одержання йогуртоподібних продуктів і додавання продуктів переробки сої до молока ссавців. Багато дослідників у різних країнах вивчали і розробляли різні ферментативні продукти, наприклад, йогурт із соєвого молока.

Виділений соєвий білок є корисною поживною добавкою до ряду харчових продуктів, і його можна охарактеризувати як продукт, отриманий у результаті екстракції, наступної концентрації й очищення білкового матеріалу від джерела, що містить білок. Звичайно білковий виділений продукт має вміст білка в інтервалі 90 – 98 % [16].

В експериментальних умовах була перевірена можливість застосування соєвих продуктів у виробництві молочних десертів. Збагачені соєвим білком десерти містили меншу кількість вуглеводів, мали високу поживну цінність і меншу калорійність. Додавання різних смакових речовин у десерти забезпечило їхні органолептичні властивості [12].

Вивчення закордонного досвіду показує, що в економічно розвинених країнах із середини 70-х років спостерігалася тенденція до розширення асортиментів і збільшення молочних продуктів зі зниженим вмістом жиру, а також збагачених рослинним білком, рослинним жиром, плодово-ягідними наповнювачами, вітамінами. Розроблені технології нових видів десертних молочних і кисломолочних продуктів: фруктовий йогурт, ароматизованих сирних паст, збагачених рослинним білком і ін. [5].

Продукти із соєвим молоком мають явний «бобовий» присмак. Є повідомлення про те, що смак і консистенцію зквашеного продукту поліпшують різні рецептури з використанням сухого знежиреного молока, казеїнатів і гідролізатів казеїну.

В Україні запатентований спосіб виробництва кисломолочного продукту з використанням соєвого молока. За цим способом в соєве молоко вносять рідкий концентрат лактобактерій, та / або молочнокислі стрептококи, та/або біфідобактерії, отримані на гідролізатно-соєвій основі, що дозволяє скоротити строки сквашування і розширити асортименти продукції [17].

Розроблений спосіб одержання молочно-білкового продукту [19]. У знежирену соєво-молочну основу, нагріту до (30 – 35) °С, вносять закваску зі штаму ацидофільної палички і термофільного стрептокока в співвідношенні 1:1 у кількості 4 – 5 % і коагулянт у кількості 20 %. Сквашують протягом 6 – 8 год з

одночасним перемішуванням, доводячи кислотність до 90 °Т. Потім відокремлюють сироватку, вносять наповнювач у кількості 10 % і роблять гомогенізацію до одержання пастоподібної консистенції. Спосіб забезпечує підвищення поживної цінності і засвоюваності готового продукту, поліпшення його органолептичних властивостей.

Обґрунтований відомий спосіб одержання комбінованих молочних продуктів на основі сої [20]. Готується соєве молоко з масовою часткою жиру 1,3 %, білка 2,9 %, потім його піддають термічній обробці з метою одержання кращої якості, змішують із середовищем, що містить коров'яче молоко і молочнокислі бактерії в співвідношенні 10:10:1. Витримують при температурі 22 °С протягом 14 годин, охолоджують. Отриманий кисломолочний продукт не має соєвого запаху і бобового присмаку. Використання як соєвого компонента соєвого молока веде до зниження вартості кінцевого продукту на 30 – 40 %, а якість продукту підвищується за рахунок комплексного використання біологічно цінних речовин сої.

При виробництві аналогів молочних продуктів традиційно застосовують ізоляти соєвого білка, що дозволяє розширити асортимент продуктів, а також спростити технологію одержання концентрованих і сухих молочних продуктів, придатних для тривалого зберігання. Ізоляти білка звичайно використовують у вигляді протеїнатів при виробництві аналогів молочних продуктів з відносно невисоким вмістом білка, таких як відбілювачі для кави, молочні десерти і т.д.

Незважаючи на величезний накопичений досвід використання соєвих білкових препаратів для виробництва аналогів різних молочних продуктів, є певні складності по впровадженню розроблених нових технологій через обмеженість сировинних ресурсів. Тому в цей час проводяться дослідження з вишукування нових джерел рослинного білка вітчизняного виробництва. Зазначена тенденція в переломленні до ринкової економіки в нашій країні обумовлює необхідність застосування нетрадиційних сільськогосподарських культур з використанням наявного технологічного устаткування з деякою його модернізацією.

Отже, на даний момент існує безліч продуктів, виготовлених з використанням корисної мікрофлори, рослинних добавок, білкових компонентів тощо., що підвищує їхню харчову і біологічну цінність. Однак розробка нових видів кисломолочних продуктів на базі йогурту і йогуртових продуктів, що містять у своєму складі рослинні білки, як і раніше залишається актуальним завданням.

Інтерес представляють компоненти бобових рослин, особливо нуту, білки насіння якого за харчовою повноцінністю можуть бути порівнянні з казеїном молока [7]. У літературі практично відсутня інформація про розробку технології молочних продуктів з використанням нуту.

Враховуючи цінні властивості і значні ресурси нуту, представляє науковий і практичний інтерес залучення у виробничий цикл такого цінного джерела рослинної сировини, і вивчення можливості створення нових продуктів на основі рослинного білка нуту з додаванням різноманітних структуроутворювачів і наповнювачів, що дозволяють розширити традиційну гаму молочних продуктів.

## 1.2 Характеристика нуту як сировинного ресурсу в створенні нових видів збагачених продуктів харчування

Латинська назва нуту – *Cicer*. Припускають, що воно походить від грецького «*kikus*», що значить «міць» або «сила» [7].

Нут – однолітня бобова рослина, має багато місцевих назв: баранячий горох, міхурник, мозковий горошок, пупатий горох, мохнатка й ін. Рід поєднує більш 30 видів, з яких у культурі розповсюджений тільки один – *Cicer arietinum* (рис. 1.1).

Корінь стрижневий, з більшим числом добре розвиненого бічного коріння, що забезпечує високу стійкість проти посухи. Стебло ребристе, частіше прямостоячий. Висота рослини варіює від 20 до 60 см і більш. Листочки дрібні, еліптичні. Колір насінної шкірки біла, рожева, руда, коричнева, червоно-коричнева, чорна [26].



Рисунок 1.1 – Нут

Як і інші культури сімейства бобових, нут має здатність накопичувати азот у ґрунті. Після загортання в ґрунт пожнивних залишків нуту ґрунт збагачується азотом, який сприятливо впливає на врожай наступної культури [24].

Ймовірно, нут потрапив до України з Болгарії, а також з країн Закавказзя та південно-західної Азії, розпочавши своє поширення по полях і городах в 70-х роках XVIII століття. Перші виробничі посіви нуту в сухих регіонах України з'явилися на початку 30-х років. Нут користується великою популярністю серед народів Індії, Бангладеш та Пакистану, а також в країнах Середземномор'я, що вважаються його рідною землею. Всесвітні площі посіву нуту значні, становлять близько 11 мільйонів гектарів, зокрема в Індії, де він є ключовою бобовою культурою, а також на Близькому Сході. Нут відзначається високою стійкістю до засух та багатьох захворювань і шкідників, що робить його важливою культурою в родині бобових [21].

В областях, де вирощують нут, його широко використовують як для продуктів харчування, так і як кормовий компонент, а також як сировину для консервної та харчової промисловості. Основне призначення нуту – харчове. Плоди нуту вживають у їжу, зазвичай варені або смажені, як смачні добавки до різних страв, таких як супи, гарніри, пиріжки та національні страви. Зі смажених і роздрібнених плодів нуту готують брикети, додавши ізюм, насіння кунжуту або



волоський горіх. В Середній Азії чабани, вирушаючи на сезонні пасовища, завжди беруть із собою смажені насіння нуту. Нут також використовують у виробництві консервів, які відрізняються високими харчовими якостями і приємним смаком. Додавання нутового борошна (в кількості 10 – 20 %) до пшеничного тіста при випічці хліба, а також при виробництві кондитерських і макаронних виробів покращує їх харчові якості і смак. Це призводить до збільшення загального вмісту білка в хлібі на 30 – 34 %, клітковини на 11,5 %, вітамінів та мінеральних речовин (кальцію, фосфору, магнію, калію, натрію) – на 27 %, при цьому знижується енергетична цінність на 12 %. З борошна нуту, як чистого, так і у поєднанні з молочним порошком, готують поживну кашу для дітей [21].

Темні плоди нуту, що виділяються високим вмістом білка, широко використовуються в тваринництві як корм (1 ц зерна нуту містить 122 кормові одиниці й 19 кг перетравлюваного білка). У раціоні, де використовуються різні корми, їх включають для різних видів тварин, особливо для свиней і птиці. В кормі використовують як цілі, так і роздроблені плоди, а також нутове борошно. Роздроблені плоди та борошно додають як добавку до грубих кормів. Цілі плоди нуту використовують у корму вареними або запареними. У кормових раціонах для птиці нут використовують як білковий концентрат, замінюючи рибне борошно. У фазі формування і наливу зерна зелена маса нуту має високу кормову цінність, а в цей період її із задоволенням споживають свині та вівці [21].

Білкововмістні добавки з нуту використовуються в м'ясній промисловості при виготовленні ковбас зниженої калорійності, що, враховуючи істотне погіршення екологічної ситуації в Україні, є позитивним чинником [21].

Відомі й фармакологічні властивості нуту. Нут виявляє різноманітну й ефективну дію на життєздатність організму людини. Дієти, складені на основі нуту або нуту й рису, успішно використовували для лікування квашиоркора, даючи сприятливий результат більш ніж в 70 % випадків, хоча сухого знежирене молоко було ще ефективніше. Білковий концентрат, що полягає із суміші борошна арахісу, нуту, сої й кунжуту, з добавкою вітамінів і мінеральних солей сприяв істотному підвищенню живильної цінності раціону школярів [5]. Нут

благотворно впливає на роботу шлунку, як у вареному, так і в смаженому виді. Рекомендують також використовувати його ніжні молоді насіння як десерт. Є рекомендації з використання нуту як сечогінного засобу, що стимулює пологи й виділення жіночого молока. Уважається, що компреси з молодих рослин нуту виліковують запалення, коросту, виразки, ракові пухлини, поліпшують колір шкіри, попереджають шкірні захворювання й знищують бородавки. Уживання водного настою нуту збільшує чоловічу потенцію. Відваром нуту позбувалися від каменів у бруньках і в сечовому міхурі [24].

Як правило, нут містить 20 – 30 % білка й близько 60 % вуглеводів і є досить гарним джерелом ніотинової кислоти, кальцію й заліза (таблиця 1.3) [57]. Вуглеводи нуту, головним чином крохмаль, добре всмоктуються й використовуються організмом. Вони являють собою джерело енергії, еквівалентний вуглеводам зернових культур.

При дослідженні вітамінного складу, виявили, що плоди нуту містять 0,4 мг тіаміну, 0,3 мг рибофлавіну й 2,5 мг ніотинової кислоти на 100 г біомаси і є гарним джерелом піридоксина, пантотенової кислоти й холіну. За даними різних авторів, вміст вітаміну С у нуті варіює від 2,2 – 20 мг на 100 г біомаси [7].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад плодів нуту

Культура	Масова частка, %			Мінеральні елементи, мг/100 г			Вітаміни, мг/100 г			Енергетична цінність, кДж
	білків	жирів	вуглеводів	<i>Ca</i>	<i>Fe</i>	<i>P</i>	<i>B<sub>1</sub></i>	<i>B<sub>2</sub></i>	ніацин	
Нут звичайний	20,6	2,2	61,2	190	9,8	80	0,3	0,51	2,6	1490

Лише деякі моносахариди зустрічаються в нуті у вільному стані. Більшість із них входить до складу глікозидів або різних оліго- і полісахаридів. З моносахаридів найбільше широко поширені Д-Глюкоза, Д-Манноза, Д-Галактоза

й Д-Фруктоза, з яких найчастіше зустрічається глюкоза, що присутня як у вільному стані, так і у зв'язаному. З кетоз широко поширена тільки фруктоза. У вільному стані вона перебуває в піранозній формі, а в складі сахарози й інуліну – у фуранозній. Д-Маноза й Д-Галактоза зустрічаються переважно у вигляді полімеру.

Нут є також джерелом елементів мінерального харчування (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Мінеральний склад плодів нуту

Культура	Макроелементи, %				Мікроелементи, %			
	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Fe</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Cu</i>
Нут	0,354	0,692	0,103	0,092	58	29	17	9

Висновок до розділу

Узагальнюючи дані науково-технічної літератури, слід зазначити:

- асортименти продуктів, що містять традиційні про- і пребіотики, швидко розширюється, що свідчить про затребуваність цієї продукції;
- сучасний ринок продуктів функціонального харчування на 65 % складається з молочних продуктів останнім часом, де лідирує положення з кисломолочних продуктів, починають займати йогурти, витісняючи інші традиційні кисломолочні продукти;
- досвід молочної промисловості доводить перспективність використання біологічно активних рослинних інгредієнтів у складі рецептур продуктів, однак функціонально-технологічні властивості харчових комбінованих основ для йогуртів не вивчені, відсутні науково-обґрунтовані рекомендації до проектування рецептур, збагачених есенційними макро- і мікронутрієнтами, і впровадженню технологій, забезпечених сучасною системою якості;
- з вітчизняних джерел рослинних білків для харчових виробництв, у тому числі молочних, перспективний нут, що характеризується високою врожайністю, невибагливістю, цінними харчовими й цілющими властивостями.

Інформаційно-патентний пошук і аналіз літературних даних дозволив сформулювати основну мету роботи.

Метою роботи є розширення асортиментів кисломолочних продуктів типу йогурту, збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку або білкового екстракту рослинного походження.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувалися наступні завдання:

- дати комплексну оцінку харчової цінності, фізико-хімічних, функціональних і технологічних властивостей білкового екстракту;
- розробити основу з використанням коров'ячого молока й нутового білкового екстракту, визначити її функціонально-технологічні властивості стосовно технології збагачених кисломолочних продуктів;
- розробити нові рецептури йогуртів і їх технології, визначити якісні показники розроблених продуктів, обґрунтувати безпеку розроблених технологій і збагачених кисломолочних продуктів;
- провести розрахунки кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з великим вмістом білку.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва йогуртів збагачених зерновим наповнювачем з технологічними параметрами процесу приготування білкового екстракту рослинного походження.

## 2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проводили в умовах лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ та у виробничій лабораторії ПрАТ «Комбінат «Придніпровський».

Інформаційний блок за тематикою кваліфікаційної роботи формувався із патентного пошуку та літературного огляду.

Розвиток технології в області виробництва білкових компонентів різних форм дозволяє одержати екстракти з певними заданими властивостями й різними характеристиками.

На першому етапі роботи був проведений аналіз нових розробок в області виробництва кисломолочних продуктів, проблеми нестачі в раціоні повноцінного білка, а також корисних властивостей нуту. Проведена оцінка доцільності використання нуту в процесі виробництва йогурту. Другий етап роботи – планування й реалізація експериментальних досліджень.

### 2.1 Методи досліджень

Для визначення характеристик об'єктів досліджень і технологічних процесів використовувалися загальноприйняті і стандартні методи, опубліковані в спеціальній літературі [24].

У якості нормативних значень обумовлених показників ухвалювалися вимоги, регламентовані СанПіН 2.3.2.1078-01 «Гігієнічні вимоги до якості і безпеки продовольчої сировини й харчових продуктів».

Амінокислотний склад. Для визначення амінокислотного складу попередньо проводили кислотний гідроліз продуктів соляною кислотою концентрацією 6 моль/дм<sup>3</sup>. Якісний і кількісний амінокислотний склад проводили на автоматичному аналізаторі амінокислот ААА-339. Принцип роботи аналізатора заснований на методі іонообмінної хроматографії.

Масову частку амінокислот ( $X$ , % до сухої речовини) розраховували по формулі:

$$X = (S_n \cdot M \cdot 50 \cdot 10^{-10}) \cdot (S_{st} \cdot m), \quad (2.1)$$

де  $S_n$  – площа піку відповідної амінокислоти на отриманій амінограммі,  $\text{см}^2$ ;

$M$  – молекулярна маса амінокислоти;

50 – обсяг розчину, отриманий після кислотного гідролізу,  $\text{см}^3$ ;

$10^{-10}$  – концентрація амінокислоти в стандартному розчині, моль/ $\text{дм}^3$ ;

$S_{st}$  – площа піку стандартного розчину амінокислоти,  $\text{см}^2$ ;

$m$  – маса наважки зразка, г.

Активна кислотність. Активну кислотність визначали безпосереднім приміщенням електрода рН-метра рН-211 фірми Hanna Instruments у досліджувану пробу, витримували до встановлення рівноваги системи і зчитували показники з дисплея приладу.

Визначення ступеня набрякання. Для визначення ступеня набрякання нуту наважку 0,50 г поміщають у циліндричну касету, виготовлену з сітки, яка незмочується, з діаметром отворів 200 мм, яку в свою чергу опускали в градуйовану пробірку з розчином заданого складу, об'ємом 9,0  $\text{см}^3$ . В ході досліду через певні проміжки часу (для цільного нуту через кожні 15 хв, для часток нуту розміром 3,0 мм і 1,5 мм – через кожні 10 хв, розміром 0,3 мм – через кожні 5 хв) сітчасту касету із твердою фазою витягали із пробірки, струшуванням видаляли рідину із сітки і поверхні нуту і вимірювали обсяг розчину, що залишився у пробірці. Процедуру повторювали до постійного обсягу рідини в пробірці. Частки нуту одержували шляхом здрібнювання цільних плодів нуту з наступним просіванням через сита певного діаметру.

Кількісно набрякання характеризується ступенем набрякання  $I$   $\text{см}^3/\text{г}$  і розраховується по формулі [8]:

$$I = \frac{V}{m_0}, \quad (2.2)$$

де  $V$  – об'єм поглиненої рідини,  $\text{см}^3$ ;

$m_0$  – початкова маса сировини, г.

Швидкість обмеженого набрякання описується рівнянням першого порядку [8]:

$$\frac{di}{dt} = K(i_{\max} - i), \quad (2.3)$$

де  $K$  – константа швидкості набрякання;

$i_{\max}$  – ступінь набрякання після досягнення рівноваги в системі,  $\text{см}^3/\text{г}$ ;

$i$  – ступінь набрякання,  $\text{см}^3/\text{г}$ .

Вивчення кінетики екстрагування. Досліди проводили в циліндричній посудині діаметром 100 мм із сорочкою для термостатування, з перемішувальним пристроєм. Перемішувальний пристрій представлений вертикальною рамою прямокутного перетину, насадженої на вертикальний вал, що проходить через отвір у кришці, з'єднаний з електродвигуном постійного струму. Рама виготовлена з нержавіючої сталі. Висота рами 70 мм. Ширина рами 90 мм. До нижньої частини прикріплені 2 пластини шириною 30 мм під кутом  $45^\circ$ . Перемішувальний пристрій виключало створення воронки і повітряної емульсії в робочій посудині. Швидкість обертання підтримували постійною (за допомогою адаптера АС-ДС модель МУ-168). Частота обертання становила  $80 \text{ хв}^{-1}$ . Через кожні 15 хв відбирали проби для аналізу обсягом  $5 \text{ см}^3$ . У відібраних пробах центрифугуванням протягом 2 хв (частота обертання  $1300 \text{ хв}^{-1}$ ) відокремлювали екстракт від твердої фази. В екстракті визначали вміст сухих речовин висушуванням до постійної маси інфрачервоним випромінюванням на приладі фірми Sartorius тип МА-30.

Масова частка вологи і сухої речовини. При виконанні експерименту для оцінки ступеня виділення сухої речовини із плодів нуту і для одержання достовірних даних масову частку сухих речовин білкового екстракту визначали різними методами. Фірмою Sartorius (Німеччина) розроблений прилад МА-30 і його модифікація МА-45 для прискореного методу визначення масової частки сухих речовин у досліджуваному зразку. Методика визначення: чаша ваг приладу з алюмінієвою чашкою і фільтром обнуляється, 2 – 3 грами проби поміщають на чашку. Шпателем проба обережно розподіляється по діаметру чашки і накривається фільтром. Прилад приводиться в робочий стан. Проба висушується до постійної маси під дією інфрачервоного випромінювання при температурі 105 °С. Показники масової частки сухих речовин у відсотках виводяться автоматично на табло приладу.

Приготування виробничої закваски. Виробнича закваска готувалася на воді з використанням поживного екстракту для росту молочнокислих мікроорганізмів з наступним заквашуванням попередньо пастеризованої і охолодженої до температури заквашування суміші ліофілізованою стартовою закваскою Біогарде. Суміш сквашувалася до значення  $pH = 4,30 - 4,35$  і прохолоджувалася до температури 4 °С. Строк придатності виробничої закваски становить 96 годин при температурі 4 °С з моменту виготовлення.

Частка вільної фази, що виділилася. Частку вільної фази, що виділилася,  $X$  (%) у процесі зберігання йогурту визначали розрахунковим методом за формулою:

$$x = \frac{100 \cdot V_1}{V_2}, \quad (2.4)$$

де  $V_1$  – об'єм вільної фази, що виділилася, мл;

$V_2$  – загальний об'єм проби, мл.



Колір продукту. Колір продукту визначали шляхом порівняння з колірними гаммами пантона PANTONE formula guide.

Визначення значення Брікс. Значення Брікс у йогурті із фруктовими наповнювачами визначали за допомогою рефрактометра HRN 32 (Німеччина, фірма Kruss). Для цього вимірювана рідина наноситься на призмову поверхню і рівномірно розподіляється притисненням захисної кришки. Рефрактометр направляється проти яскравого джерела світла. В окулярі видна лінія границі, яка по шкалі показує процентний вміст цукру в розчині.

Структурно-механічні характеристики продукту. Для попередньої непрямой оцінки в'язкості досліджуваних зразків йогуртів використовували «консистометр Боствіка», який являє собою похилий (з регульованим нахилом) прямокутний лоток із нержавіючої сталі, оснащений відділенням із дверцятами, які знімаються. Пробу йогурту поміщали в зазначене відділення, потім відкривали дверцята і по особливій шкалі (у мм) вимірювали швидкість переміщення проби через 30 і 60 с. [16].

Кінематичну в'язкість визначали на віскозиметрі Гешплера з наступним розрахунками за формулою:

$$x = t \cdot (d - d_1) \cdot k , \quad (2.5)$$

де  $x$  – кінематична в'язкість,  $\text{Па} \cdot \text{с} \cdot 10^{-3}$ ;

$t$  – тривалість падіння кулі, с;

$d$  – щільність матеріалу при  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , з якого виготовлена куля,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$d_1$  – щільність досліджуваної рідини при температурі вимірювання,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$k$  – константа кулі.

В'язкість і тиксотропні властивості продукту – контролю і досліду вивчали методом ротаційної віскозиметрії на приладі «Реотест-2» (Німеччина), який дозволяє вимірювати кутову швидкість обертання внутрішнього циліндра ( $\omega = 2\pi N$ ,  $\text{рад} \cdot \text{с}$ ) від 0,29 до  $25,4\text{ с}^{-1}$ .

Прилад являє собою вимірювальний комплекс, до складу якого входять: механічний блок, вимірювальна система із блоком керування, контрольний і реєструючий прилади, термостат. Відлік величини крутного моменту робили по шкалі показуючого або реєструючого приладу у відносних величинах, швидкості обертання – по показникам, які розташовані на панелі механічного блоку.

Мікроструктурні дослідження. Методом електронного мікроскопування оптичним способом проводили мікроструктурні дослідження, модельними системами яких були зразки структурованого продукту, вироблені за розробленою рецептурою. Метод полягає в перегляді і фотографуванні незабарвлених препаратів методом фазового контрасту на мікроскопі МБІ-11.

Амінокислотна збалансованість і біологічна цінність. Оцінку амінокислотної збалансованості і біологічної цінності продуктів проводили за наступними показниками: амінокислотний скор продуктів, біологічна цінність харчового білка.

Відносну біологічну цінність отриманих продуктів оцінювали з використанням показника скор амінокислот [58], обумовленого розрахунковим шляхом за формулою (2.3):

$$X = \left( \frac{AK_n}{AK_{ni}} \right) \cdot 100, \quad (2.6)$$

де  $AK_n$  – масова частка  $n$ -ї незамінної амінокислоти в досліджуваному білку, г/100 г білка;

$AK_{ni}$  – масова частка  $n$ -ї незамінної амінокислоти в ідеальному білку (по еталону), г/100 г білка.

Коефіцієнт відмінностей амінокислотного скору (КВАС) розраховували по формулі (2.4) [26]:

$$KBAC = \sum_1^n \frac{\Delta PAK}{n}, \quad (2.7)$$

де  $\Delta PAK$  – різниця амінокислотних скорів кожної з незамінних амінокислот з першою амінокислотою, що лімітує;

$n$  – число амінокислот.

Теоретичне значення біологічної цінності (%) визначали за формулою (2.5) [26]:

$$БЦ = 100 - КРАС \quad (2.8)$$

Енергетичну цінність розраховували за методом Покровського А.А. [8].

Оцінку якості готової продукції проводили за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах) і фізико-хімічними показникам. Органолептичну оцінку продуктів визначали відповідно до методичних вказівок [8].

Для рішення поставлених завдань у роботі використані методи математичного планування. Досліди проводилися в три- і п'ятикратній повторності. Вірогідність вимірів  $p = 0,95$ . Визначення довірчого інтервалу, побудова графічних залежностей проводили на ЕОМ з використанням додатка Microsoft Excel. Для одержання рівнянь регресії, що адекватно описують досліджувані процеси, застосовували повний факторний експеримент за планом ПФЕ 2<sup>3</sup>. Для обробки даних і графічних інтерпретацій результатів використовували пакет прикладних програм «Mathcad». Для двохфакторного експерименту рівняння регресії має вигляд [22]:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (2.9)$$

де  $b_0$  – вільний член рівняння;

$b_i$  – коефіцієнти при лінійних членах;

$b_{ii}$  – коефіцієнти при квадратичних членах рівняння;

$b_{ij}$  – коефіцієнти двоквадратних взаємодій.

Перевірку адекватності отриманих рівнянь проводили за критерієм Фішера, розрахункове значення якого не повинне перевищувати табличного [22], залежно від числа проведених дослідів і кількості досліджуваних факторів. Аналіз коефіцієнтів рівнянь проводили відповідно до критерію Стюдента при рівні значимості 0,05. Оптимізацію результатів багатofакторного експерименту проводили графічним методом шляхом побудови перетинів поверхні відгуку вихідного параметра при фіксованих значеннях досліджуваних факторів у натуральних величинах і визначали його оптимум (максимум або мінімум) [22].

### Висновки до розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто методи та приведено методики проведення експериментальних досліджень, а саме методику оцінки якості готової продукції проводили за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, консистенція, смак, запах) і фізико-хімічними показникам. Органолептичну оцінку продуктів визначали відповідно до методичних вказівок.

Дослідження проводилися в три- і п'ятикратній повторності. Вірогідність вимірів  $p = 0,95$ . Визначення довірчого інтервалу, побудова графічних залежностей проводили на ЕОМ з використанням додатка Microsoft Excel. Для одержання рівнянь регресії, що адекватно описують досліджувані процеси, застосовували повний факторний експеримент за планом ПФЕ 2<sup>3</sup>. Для обробки даних і графічних інтерпретацій результатів використовували пакет прикладних програм «Mathcad».

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Визначаючи нут як об'єкт дослідження, не можна ігнорувати, що в його складі є антипоживні речовини. До них відносяться олігосахариди, інгібітори трипсину і хімотрипсину та ін. У зв'язку з тим, що вони здатні екстрагуватися, то на першому етапі має сенс їх скоротити, тому що вимоги безпеки до продуктів підсилюються. Враховуючи хімічну природу антипоживних речовин, ряд дослідників з тим або іншим успіхом застосовували різні підходи: екстрагування розчинами кислот і лугів, ферментний гідроліз, високотемпературна обробка [32]. На наш погляд перспективний спосіб пророщення, тому що відомо на прикладі насіння і бобів різних видів рослин, що він найбільш вигідний через досить просту організацію цього процесу. Найголовніше, що в результаті пророщення активізуються обмінні процеси в клітинах насіння, що приводить до посиленого біосинтезу вітамінів, накопиченню амінокислот, особливо незамінних, завдяки цьому продукт можна вважати збагаченим біологічно активними речовинами.

Таким чином, на першому етапі була поставлена мета вивчення впливу пророщення на масову частку і співвідношення антиелементарних речовин.

#### 3.1 Обґрунтування технологічних параметрів, режимів і розробка технологічної схеми одержання білкового екстракту

Проведені експериментальні дослідження стали основою для уточнення технологічних режимів і розробки технології одержання нутового білкового екстракту для композиційних молочних сумішей у виробництві йогуртів.

Необхідна кількість сировини для одержання 100 кг білкового екстракту приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Витрата сировини, кг на 100 кг білкового екстракту (без обліку втрат)

Найменування сировини	Витрата сировини, кг
Нут	15,6
Вода	109,4
Білковий екстракт	100
Нерозчинний осад	25

Білковий екстракт виробляється відповідно до технологічної схеми, представленої на рис. 3.1.

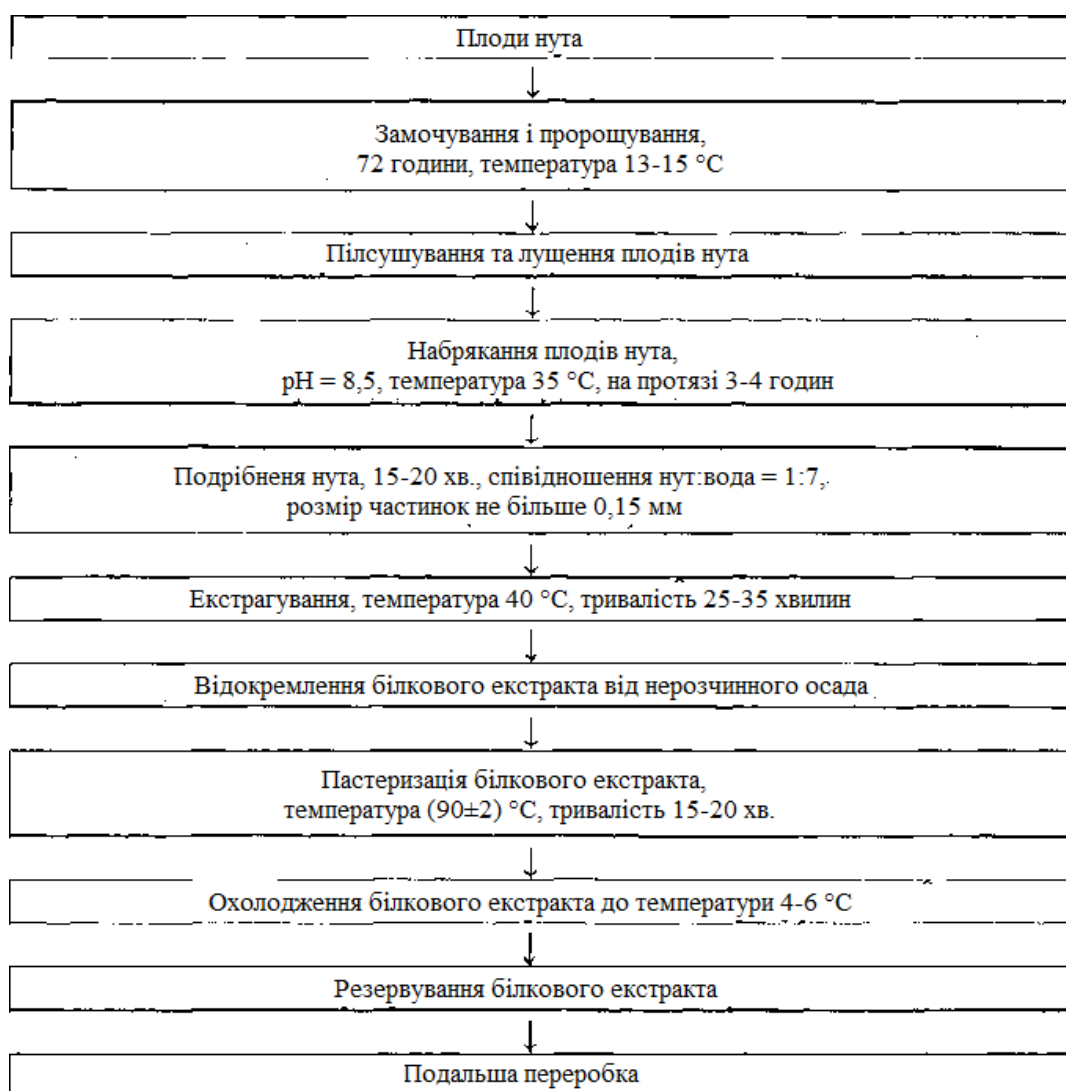


Рисунок 3.1 – Технологічна схема одержання нутового білкового екстракту

Для одержання нутового білкового екстракту попередньо пророщені і луцені (очищені від сторонніх домішок) насіння нуту подають конвеєром через

магнітний сепаратор у бак для мийки і замочування в кількості, рівній змінній потреби. Одночасно з нутом у бак подається технологічна вода для промивання. Промивання здійснюється проточною водою, яка віддається через штуцер з колосниковою сіткою.

Після закінчення промивання в бак подають розчин натрію вуглекислого кислого (рН = 8,5) з температурою 35 °С для замочування при співвідношенні нут:розчин натрію вуглекислого кислого = 1:8 протягом 3 – 4 годин. По закінченню процесу замочування воду, що залишилася, зливають. Набряклий нут через шлюзовий живильник порціями подають в подрібнювач, куди надходить технологічна вода температурою 40 °С. Співвідношення вода:набряклі насіння = 1:7 за об'ємом. Час процесу дроблення до дрібнодисперсного стану 15 – 20 відбувається виділення білкової фракції протягом 25 – 35 хвилин при періодичному перемішуванні. Грубу дисперсію розділяють на білкову основу і твердий залишок методом декантації. Білковий екстракт подається на пастеризацію у ванну тривалої пастеризації, де йде процес пастеризації при температурі (90) °С, час витримки 15 – 20 хв.

Обраний режим температурної обробки дозволить інактивувати інгібітор трипсину і підвищити відсоток перетрвалюваності білкового екстракту. Поряд із цим під дією термообробки відбувається руйнування пектинів (фітогемагглютининів) і олігосахаридів.

Екстракт охолоджується до температури (4 – 6) °С і резервується до подальшої переробки. Розроблена технологія передбачає одержання нутового білкового екстракту з масовою часткою білка 3,0 – 3,2 %.

На подальшому етапі докладно вивчали властивості нутового білкового екстракту.

### 3.2 Дослідження комплексу властивостей нутового білкового екстракту

Встановлено, що процес поділу нуту на білковий екстракт і нерозчинний осад можна здійснити за допомогою водного екстрагування. Були визначені

оптимальні параметри технологічного процесу одержання білкового екстракту: екстрагент – вода, співвідношення нут:вода = 1:7, температура екстракції 40 °С, тривалість 25 – 35 хвилин. Визначено механізм процесу.

У результаті поділу нуту отримано дві цінні за своїми властивостями фракції: нутовий білковий екстракт і нерозчинний, багатий крохмалем, осад. Нерозчинний осад може бути надалі використаний у народному господарстві. Нутовий білковий екстракт становить інтерес для подальших досліджень і може бути використаний у вигляді джерела цінних рослинних білків у технології різних продуктів харчування.

На даному етапі досліджень визначали фізико-хімічні, органолептичні і мікробіологічні характеристики нутового білкового екстракту (НБЕ), а також обґрунтували його функціональність. Отриманий НБЕ являє собою однорідну кремону рідину, по консистенції більш в'язку, ніж знежирене молоко (рис.3.2).

Важливими фізико-хімічними характеристиками білкового екстракту, що визначають його подальше використання, є активна кислотність, масова частка сухих речовин, жиру, білків, вуглеводів. Основні фізико-хімічні характеристики НБЕ в порівнянні з знежиреним молоком наведено в таблиці 3.2.



Рисунок 3.2 – Нутовий білковий екстракт



Таблиця 3.2 – Порівняльний склад нутового білкового екстракту

Показник	Значення показника	
	знежирене молоко	НБЕ
Масова частка білка, %	2,8 – 3,2	3,0 – 3,2
Масова частка жиру, %	0,05 – 0,08	0,3 – 0,5
Масова частка вуглеводів, %	4,2 – 4,7	1,1 – 1,8
Масова частка сухих речовин, %	8,5 – 9,0	5,2 – 5,5
Масова частка золи, %	0,7	0,19
pH	6,7 – 6,8	6,60 – 6,65
В'язкість, Па·с	0,0013 – 0,0022	0,03 – 0,04
Щільність, кг/м <sup>3</sup> , не менш	1030	1015

З таблиці 3.2 видно, що активна кислотність НБЕ становить 6,60 – 6,65. Тому що в технології виробництва кисломолочних продуктів використовуються високі температурні режими з тривалою витримкою, в результаті чого виникають передумови використання фосфатних солей для підвищення термостабільності молочних сумішей із застосуванням нутового білкового екстракту перед пастеризацією.

НБЕ містить водорозчинні вуглеводи – до 1,8 %. Позитивною є відсутність у НБЕ крохмалю, так як літературні дані вказують на його інгібіруючу дію на глюकोамілазу [7].

НБЕ містить мінеральні солі і є носієм водорозчинних вітамінів (таблиця 3.3)

Таблиця 3.3 – Вміст деяких мікроелементів (мкг/100 г НБЕ) і вітамінів (мкг/100 г НБЕ)

Найменування	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Cr</i>	<i>Se</i>	<i>B</i> <sub>1</sub>	<i>B</i> <sub>2</sub>	<i>PP</i>
НБЕ	150	15	40	220	2	0,3	0,1	0,02	0,3

Практичний дослід виправдовує застосування вітаміну *B*<sub>1</sub> при рахіті, хронічному тонзиліті, багатьох шкірних захворюваннях, туберкульозі. Під дією

тіаміну підвищуються коагулюючі властивості крові, і знижується фібринолітична активність крові хворих атеросклерозом [7].

НБЕ цінний ще й тим, що містить селен, який покращує процеси кровотворення в організмі і попереджає непотрібні форми новоутворень.

Таким чином, переваги НБЕ як джерела есенційних речовин і найважливіших нутрієнтів очевидні, що підтверджує перспективу створення харчових продуктів на його основі і з його використанням.

Аналіз хімічного складу золи НБЕ показав, що більше 90 % золи становлять фосфорна кислота, окиси калію, магнію і кальцію (рис. 3.3).

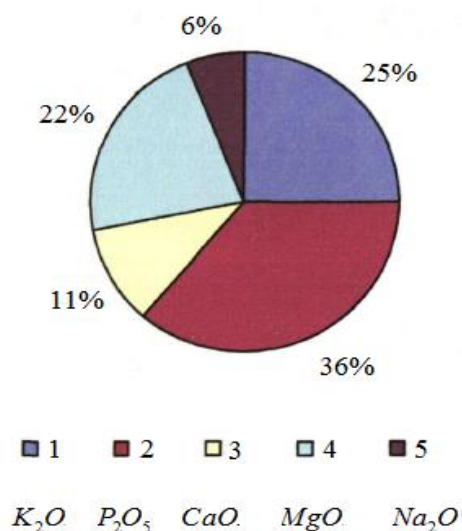


Рисунок 3.3 – Макроелементи НБЕ

Таким чином, НБЕ як харчовий об'єкт містить велику кількість таких макроелементів, як кальцій, фосфор, калій і магній, які є життєво важливими складовими частинами людського харчування, необхідними для формування хімічних структур живих тканин та забезпечення біохімічних і фізіологічних процесів, що становлять основу життєдіяльності організму (рис. 3.4).

Для підтвердження теоретичних положень, викладених у попередніх пунктах, були досліджені зразки нуттового білкового екстракту з точки зору біологічної цінності.

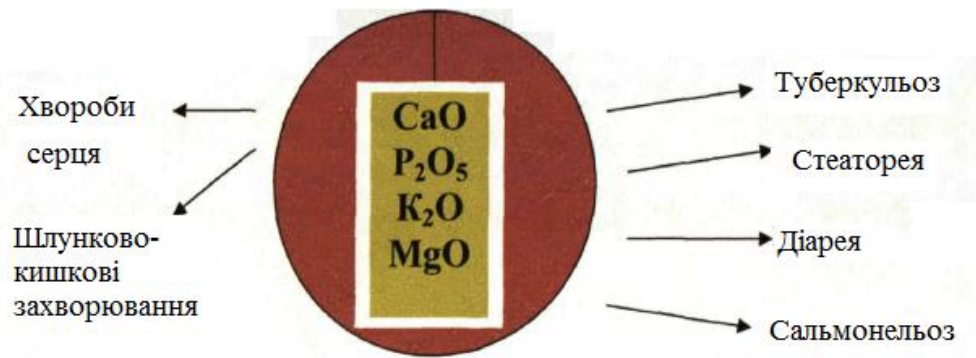


Рисунок 3.4 – Захисна дія елементів НБЕ проти хвороб

Для визначення біологічної цінності білків нами розрахований скор для незамінних амінокислот НБЕ (таблиця 3.4). З порівняння біологічної цінності нутового білкового екстракту з коров'ячим молоком і ідеальним білком (рис.3.5 і таблиця 3.4) в результаті чого, його амінокислотний склад відповідає потребам організму людини в амінокислотах для синтезу білка.

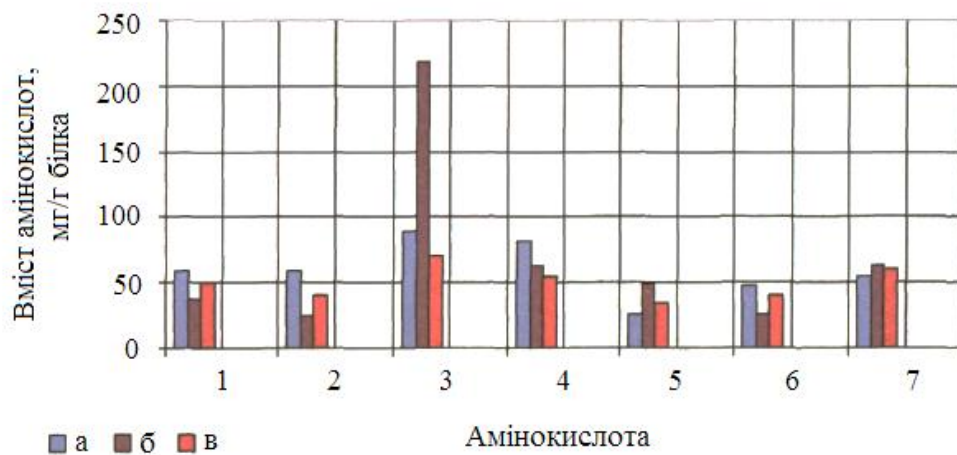


Рисунок 3.5 – Порівняльна оцінка амінокислотного складу білкових продуктів: а – коров'яче молоко; б – нутівий білковий екстракт; в – ідеальний білок; 1 – аланін; 2 – ізолейцин; 3 – лейцин; 4 – лізин; 5 – метіонін+цистин; 6 – треонін; 7 – фенілаланін+тирозин.

При виробництві продуктів харчування на сучасному етапі велику роль, що визначає споживчі властивості продуктів, відіграє їхня органолептична характеристика. Тому при проектуванні продукту необхідно враховувати властивості всіх його компонентів окремо й у комбінації один з одним. Органолептичну оцінку нутового білкового екстракту представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Органолептична оцінка нутового білкового екстракту

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна рідина
Смак і запах	Смак приємний, що освіжає, злегка солодкуватий, насичений, без сторонніх смаків і запахів
Колір	Насичений кремовий, пантон 7500U

Мікробіологічні показники свіжовиробленого нутового білкового екстракту відповідають нормам безпеки для харчових продуктів і представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Мікробіологічні показники свіжого нутового білкового екстракту

Найменування показника	Значення
КМАФАнМ, КОЕ/г	500
БГКП (коліформи), в 1г	не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1г	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонелли, в 25 г	не виявлено
Цвілеві гриби і дріжджі, КОЕ/г, в 1г	не виявлено
Молочнокислі мікроорганізми, в 1г	не виявлено

Нами проведено дослідження властивостей зберігання нутового білкового екстракту. Мікробіологічні дослідження кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАНА) показали, що зі збільшенням строку зберігання від 0 до 72 год при температурі 4 °С відбувається збільшення бактерій з 500 до 50000 КОЕ/г. Росту дріжджів, плісенні, молочнокислих бактерій, бактерій групи кишкових паличок і патогенних мікроорганізмів (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella*) не виявлено. Активна кислотність знижується з 6,70 до 6,50. Для порівняння мікробіологічних показників білкового екстракту обрані найбільш тверді показники аналогічних продуктів, наведені в СанПіН 2.3.1078-01 (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Мікробіологічні показники нутового білкового екстракту в процесі зберігання

Найменування показника	Строк зберігання, год				Допустимий рівень вмісту по СанПіН для аналогічних продуктів
	24	36	48	72	
КМАФАнМ, КОЕ/г	$0,3 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$
БГКП (коліформи), в 1г	не виявлено				0,1
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1г	не виявлено				1,0
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонелли, в 25 г	не виявлено				Не допускаються
Цвілеві гриби і дріжджі, КОЕ/г, в 1г	не виявлено				10
Молочнокислі мікроорганізми, в 1г	не виявлено				-

Строк придатності нутового білкового екстракту з урахуванням коефіцієнта резерву для швидкопсувних продуктів згідно з методичними вказівками МУК 4.2.1847 «Санітарно-епідеміологічна оцінка обґрунтування строків придатності й умов зберігання харчових продуктів» становить 48 годин при температурі 4 °С.

З наведених даних можна зробити висновок про те, що отриманий нутовий білковий екстракт за своїми фізико-хімічними, органолептичними і біологічними характеристиками є цінним функціональним напівфабрикатом, що містить у своєму складі цінні білки нуту (у кількості 3,0 – 3,2 %) і незамінні амінокислоти. За мікробіологічними показниками НБЕ відповідає вимогам СанПіН 2.3.2.1078-01.

Вищесказане дозволяє рекомендувати білковий екстракт як самостійний продукт або в технології інших продуктів харчування як джерело повноцінних білків і есенційних елементів. Представляє науковий і практичний інтерес використання білкового екстракту у виробництві кисломолочних продуктів.

### 3.3 Дослідження особливостей молочнокислого бродіння молочних сумішей із застосуванням нутового білкового екстракту

Молочні продукти є невід'ємною частиною раціону сучасної людини, особливо дітей і людей похилого віку. При цьому перевага віддається новим видам кисломолочної продукції, що благотворно впливає на основні органи і функції організму, також володіє імуномодулюючою дією. При створенні таких продуктів харчування важливими факторами є склад і якість сировини та інгредієнтів, склад і властивості заквасочної мікрофлори. На сучасному етапі розробки, проектування і виробництва продуктів важливим є використання натуральних інгредієнтів, що володіють функціональними властивостями. Це відповідає принципам функціонального харчування і дозволяє створювати продукти нового покоління [14].

Із великої кількості кисломолочних продуктів найбільше поширення по усьому світу одержав йогурт. Популярність цього продукту обумовлена рядом факторів: приємний ароматний смак натурального йогурту, його репутація, як більш здорової їжі, ідеальне поєднання густої консистенції із фруктами. Саме ця природна сумісність із фруктами привела йогурт на ринок, і з моменту його появи в 1950-ті роки продажі йогуртів неухильно ростуть. Споживання йогурту

допомагає знизити рівень холестерину і підтримати імунну функцію організму. Усі його види містять білок, мінеральні речовини, включаючи магній, фосфор і, що особливо важливо, кальцій [8]. Тому перспективним є використання у виробництві йогуртів нутового білкового екстракту.

Для успішної ферментації, яка забезпечує одержання йогурту з вираженим ароматом і стабільною консистенцією згустку, важливі як процеси катаболізму (кислотоутворення), так і анаболізму, які також відіграють певну роль в створенні полісахаридів, що впливають на структуру продукту, і інших речовин, корисних для здоров'я [4].

Відповідно ДСТУ 2212-2003 «Виробництво молока та кисломолочних продуктів» йогуртом називається кисломолочний продукт із підвищеним вмістом сухих знежирених речовин, виготовлений шляхом сквашування протосимбіотичною сумішшю чистих культур термофільних молочнокислих стрептококів і молочнокислої болгарської палички, вміст яких у готовому продукті наприкінці строку придатності становить не менш 107 КОЕ в 1 г.

Для реалізації поставленого завдання нами розглянуті і проведені дослідження різних заквасок змішаних культур *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) і *Lactobacillus delbrueckii* підвиду *bulgaricus* (*L. bulgaricus*), зазначених у таблиці 3.8. Розглянуті культури викликають кисломолочне бродіння з утворенням молочної кислоти.

Таблиця 3.8 – Видовий склад заквасок, які використовуються

Вид закваски	Штамовий склад
Виробнича закваска Біогарде (Німеччина)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Bifidobacterium longum</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Стартова закваска «Jo-mix 401» (Данія)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i>
Стартова закваска «Jo-mix 621» (Данія)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>bulgaricus</i>

При порівнянні заквасок за органолептичними, кислотоутворюючими властивостями і активності при їх внесенні в знежирене молоко (для виробничої закваски 3 %, для стартових заквасок з розрахунку 1,0 одиниць на 100 дм<sup>3</sup>), помічено, що при використанні виробничої закваски (ПЗ) утворюється щільний згусток, не тягучий, час сквашування 6 – 7 год, смак – чистий кисломолочний, але залишається кислий присмак. При внесенні в молоко стартової закваски «Jo-mix 401» утворюється щільний кремовий тягучий згусток, який пов'язаний з тим, що дана культура виробляє полісахариди в значних кількостях, час сквашування 8 – 9 год, поверхня блискуча, смак – чистий кисломолочний. Закваска «Jo-mix 621» виробляє аромат середнього ступеня інтенсивності, згусток виходить в'язкий із кремоподібною, але не тягучою консистенцією, більш кислий смак, ніж в перших двох заквасках, час сквашування 6 – 7 год.

Нами розглянута також комбінація стартових культур «Jo-mix 401» і «Jo-mix 621» у співвідношенні 2:1. Згусток утворюється в'язкий, кремоподібний, тягучий, поверхня блискуча, смак – чистий, кисломолочний, зайвого кислотоутворення не спостерігається, час сквашування 7 – 8 год.

Органолептичний профіль згустків, отриманий при використанні розглянутих заквасок, представлений на рис. 3.6. Закваска «Jo-mix 621» по органолептичній оцінці поступається іншим видам, тому надалі буде розглядатися тільки в комбінації з іншими заквасками.

Великий вплив на процес сквашування суміші мають температура і час сквашування. Оптимальна температура сквашування встановлюється шляхом приготування дослідних зразків йогуртів і визначення їх характеристик. Вплив температури сквашування на якість згустку встановлювали при внесенні в підготовлене молоко 3 % виробничої закваски, 1,0 одиниці на 100 дм для стартової закваски «Jo-mix 401». При використанні комбінації заквасок «Jo-mix 401» і «Jo-mix 621» вносили відповідно 2,0 і 1,0 одиниці на 100 дм . У літературних джерелах приводиться широкий діапазон температур при сквашуванні молока заквасками з розглянутих молочнокислих мікроорганізмів – від 35 °С до 45 °С. Для встановлення оптимальної температури нами розглянуто



процес сквашування при температурах 37 °С і 40 °С до одержання показника активної кислотності згустків 4,30 – 4,35. Результати досліджень представлено в таблиці 3.9. Найкращі органолептичні показники йогурту отримані при температурі сквашування 40 °С протягом 7 год для всіх видів розглянутих заквасок.

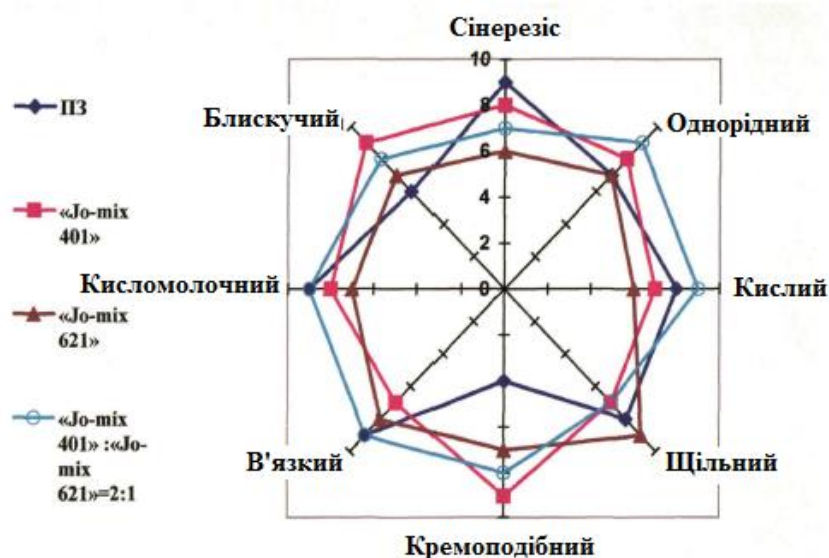


Рисунок 3.6 – Органолептичний профіль молочних згустків, отриманих при використанні розглянутих заквасок

У ході подальших досліджень визначали швидкість наростання кислотності при сквашуванні нутового білкового екстракту з масовою часткою білка 3,0 %. Заквашування проводили розглянутими вище заквасками. Спостерігали досить повільне наростання кислотності без утворення згустку. На підставі цього можна сказати, що нутовий білковий екстракт не може служити сировиною для виробництва йогурту.

З метою інтенсифікації процесу молочнокислого бродіння, одержання якісних згустків і гарних органолептичних показників готового продукту проведені дослідження чотирьох експериментальних зразків: зразок № 1 – співвідношення знежиреного молока і нутового білкового екстракту 1:0, зразок № 2 – 3:1, зразок № 3 – 1:1, зразок № 4 – 1:3.

Таблиця 3.9 – Вплив температури сквашування на якість йогурту

Закваска	Температура сквашування °С	Час сквашування, год	Кислотність згустку, од. рН	Органолептична характеристика	Мікроскопічний препарат
ПЗ	37	6	4,32	Чистий кисломолочний смак, консистенція щільна	Перевага коків
	40	7	4,32	Чистий, кисломолочний, добре виражений смак і аромат, консистенція щільна, у міру грузла	Гарний розвиток коків і паличок
«Jomix 401»	37	8	4,32	Чистий кисломолочний смак, слабо виражений аромат, згусток щільний кремоподібний	Гарний розвиток коків і паличок
	40	7	4,32	Чистий, кисломолочний, добре виражений смак і аромат, згусток щільний кремоподібний, в'язкий	Гарний розвиток коків і паличок
«Jomix 401» + «Jomix 621»	37	8	4,32	Чистий кисломолочний смак, згусток щільний кремоподібний, у міру в'язка консистенція	Гарний розвиток коків і паличок
	40	7	4,32	Чистий, кисломолочний, добре виражений смак і аромат, згусток щільний кремоподібний, в'язкий	Гарний розвиток коків і паличок

Зразки сквашували при 40 °С до значення  $pH = 4,30 - 4,35$ . В усіх досліджуваних зразках визначали енергію кислотоутворення методом визначення активної кислотності.

Отримані експериментальні дані математично описали на ЕОМ з використанням додатка Microsoft Excel. Встановлено, що всі криві залежності

активної кислотності від часу сквашування мають аналогічний характер – криві, що плавно знижуються, які піддаються математичним залежностям, показаним на рис.3.7 – 3.9.

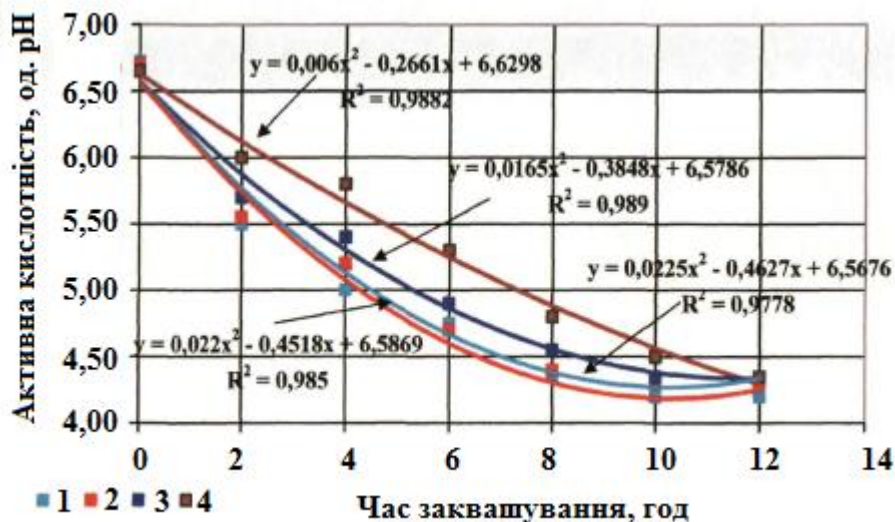


Рисунок 3.7 – Зміна активної кислотності в процесі сквашування експериментальних зразків виробничою закваскою

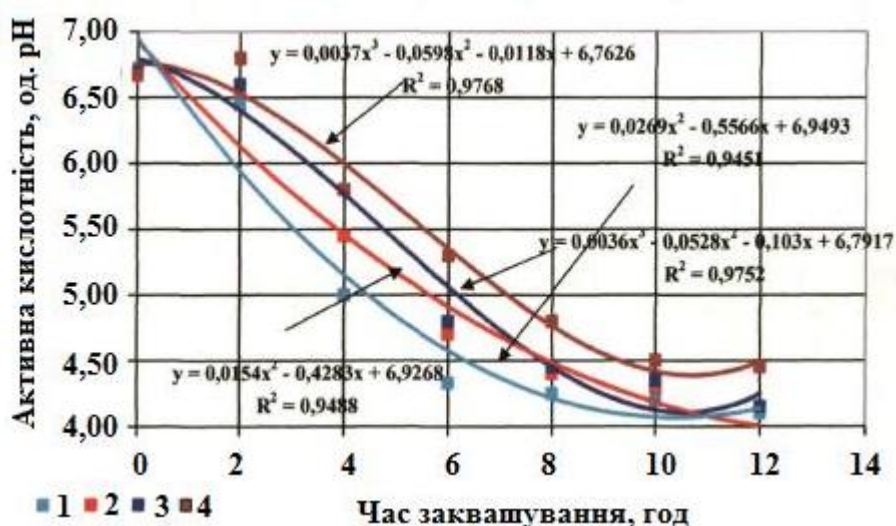


Рисунок 3.8 – Зміна активної кислотності в процесі сквашування експериментальних зразків закваскою «Jomix 401»

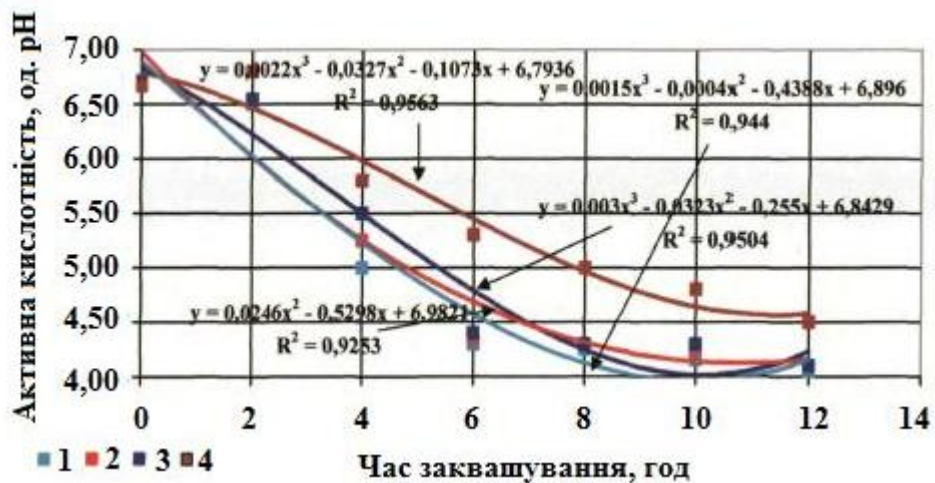


Рисунок 3.9 – Зміна активної кислотності в процесі сквашування експериментальних зразків комбінованою закваскою

Дослідження показали, що зі збільшенням вмісту білкового екстракту зменшується міцність згустку, підсилюється відділення сироватки, збільшується час сквашування, що особливо характерно для зразка № 4.

Збільшення частки нутового білкового екстракту в суміші приводить до підвищення харчової цінності продукту внаслідок збагачення білками нуту. Однак при співвідношенні знежирене молоко:НБЕ більш ніж 1:3, згусток утворюється пухким, неоднорідним, спостерігається надлишкове відділення сироватки і кислий присмак. Співвідношення знежирене молоко:НБЕ менше ніж 1:1, знижує харчову цінність продукту і нерационально з економічної точки зору. Таким чином, для виробництва йогурту рекомендоване співвідношення коров'ячого молока і НБЕ становить 1:1.

Органолептичний профіль згустків, отриманих при сквашуванні суміші знежиреного молока і НБЕ в співвідношенні 1:1 різними заквасками, представлений на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Органолептичний профіль згустків при сквашуванні суміші знежиреного молока і НБЕ в співвідношенні 1:1 різними заквасками

На рис. 3.10 видно, що при комбінуванні заквасок «Jo-mix 401» і «Jo-mix 621» у співвідношенні 2:1 формується густий, щільний, однорідний, кремоподібний згусток, із блискучою поверхнею, вираженими кисломолочними смаком і запахом. З 10 опитаних людей, що брали участь у дегустації, 8 віддали перевагу згустку, виробленому із застосуванням комбінованої закваски. Акт дегустації представлено в додатку 3.

### 3.4 Обґрунтування вибору стабілізаторів і дослідження структурно-функціональних властивостей йогуртів

Однією з ключових властивостей харчового продукту, поряд з кольором, ароматом і смаком, є його текстура або консистенція. Часто продукти представляють собою колоїдні системи, такі як емульсії, піни, суспензії або гелі. Для їхнього створення необхідні речовини з певними властивостями: поверхнево-активними, згущуючими, желуючими. При виробництві деяких кисломолочних продуктів застосовують стабілізатори та/або емульгатори [10].

Основна мета додавання стабілізаторів до молочної основи при виробництві йогурту – поліпшення і збереження таких важливих характеристик йогурту, як структура і консистенція, в'язкість, зовнішній вигляд і смак, тому що згусток

часто зазнає механічній обробці. У йогурті стабілізатори виконують дві основні функції: зв'язують воду і збільшують в'язкість. При цьому ефект дії стабілізатора в молочній основі проявляється в тому, що останній:

- зв'язує воду у вигляді гідратаційної;
- реагує з компонентами молока (в основному з білками) зі збільшенням рівня їх гідратованості;
- стабілізує молекули білка за рахунок утворення сітки, що обмежує вільний рух води.

Серед покращувачів консистенції необхідно, насамперед, відзначити натуральні харчові добавки: желатин, пектин, агар, альгінат натрію і агароїди, рослинні камеді і речовини, які одержують штучно, у тому числі із природних об'єктів: модифіковані крохмалі, метилцелюлоза та ін. [12].

Важливим моментом при додаванні стабілізаторів є дозування, яке для пектинів і деяких модифікованих крохмалів варіюється в межах 0,02 – 0,7 г/100 г, для агар-гара, каррагінана, камеді рожкового дерева, желатину, альгілату 0,05 – 0,6г/100 г, для гуарової камеді в підкисленій молочній пробі 0,1 – 0,5 г/100 г. Крохмаль із тапіоки в кількості 0,6 г/100 г може замінити 2 г/100 г СОМО без шкоди для якості йогурту [26].

При виробництві густого йогурту вище розглянуті з'єднання можуть бути додані до молока окремо або у вигляді суміші. Суміші (стабілізаційні системи) використовуються дуже добре, тому що більша частина наявних на ринку складів – це суміші стабілізаторів. При цьому застосування стабілізаційних систем забезпечує досягнення певної функції або дозволяє подолати той або інший недолік окремого компонента.

Ринок стабілізаційних систем пропонує різні суміші для виробництва питних і десертних йогуртів, кефіру, ряжанки, сметани, такі як «Хамульсіони», «Palsgaard», «Компліт-Гель», «Лігомм», «Grindsted» та інші, що полегшує вибір загущувачів з метою забезпечення необхідної консистенції текстури молочних продуктів функціонального призначення з використанням рослинних білкових екстрактів [23].

Аналіз відомостей про харчові добавки стабілізуючих агентів, що відіграють роль, показує, що потреба в цих добавках постійно росте і є перспективною при використанні у виробництві йогуртів і інших кисломолочних продуктів [27].

З метою одержання йогурту з бажаною консистенцією і однорідною структурою, запобігання відділення сироватки в процесі зберігання, досліджували особливості стабілізації структури згустку, отриманого сквашуванням комбінованою закваскою суміші зі співвідношенням знежиреного молока і НБЕ 1:1.

Відомо, що стабілізатори відносяться до групи А харчових добавок – покращувачів консистенції. Вони забезпечують необхідний зовнішній вигляд, підтримують задану консистенцію, підвищують стійкість продукту до дії зовнішніх факторів протягом строку придатності продукту. Це досягається в результаті сукупності хімічних і фізичних процесів, що відбуваються в колоїдній системі, при внесенні в неї стабілізуючих добавок. Використання стабілізаційних систем є перспективним, тому що забезпечує досягнення певної заданої функції або дозволяє подолати той або інший недолік окремого компонента [10].

Тому метою подальших досліджень було вивчення впливу на структуру молочно-рослинного згустку як окремих стабілізаторів, так і стабілізаційних систем. Для досягнення поставленої мети нами був визначений вплив семи різних структуроутворювачів на формування консистенції йогурту із НБЕ (таблиця 3.10). Дозування стабілізаторів вибрали згідно з рекомендаціями літературних джерел [10], а стабілізаційних систем – по анотаціях фірми-виготовлювача на кожний вид.

Дослідження кінематичної в'язкості згустку, отриманого сквашуванням комбінованою закваскою суміші зі співвідношенням знежиреного молока і НБЕ 1:1, показали, що його в'язкість становить  $2,75 - 10^{-3}$  Па·с. В якості зразка для порівняння використовували згусток, отриманий при виробництві знежиреного йогуртного пастеризованого продукту «Біогурт», в'язкість якого склала  $35,52 - 10^{-3}$  Па·с.

Таблиця 3.10 – Характеристика стабілізаторів

Найменування	Рекомендоване дозування, %	Склад стабілізатора
Желатин	0,1 – 0,4	
Пектин	0,1 – 0,4	Стандартизований цукром
Модифікований крохмаль E1422	0,5 – 2,0	
Palsgaard 5809	0,9 – 1,2	Модифікований крохмаль E1442, агар E406
Palsgaard 5846	0,4 – 0,7	Модифікований крохмаль E1442, яловичий желатин, пектин E440
Palsgaard 5848	0,3 – 0,6	Свинячий желатин, казеїнат натрію
Palsgaard 5854	1,5 – 2,0	Модифікований крохмаль E1442, яловичий желатин

Дослідні зразки готували за схемою виробництва продукту йогуртного пастеризованого «Біогурт» (контроль 1): змішували знежирене молоко і НБЕ в співвідношенні 1:1, додавали 6 % цукру, 0,75 % сухого знежиреного молока, вносили відповідну кількість стабілізатора. Нормалізовану суміш пастеризували при 96 °С протягом 6 хв, охолоджували до 40 °С, вносили стартові закваски «Jo-mix 401» і «Jo-mix 621» у співвідношенні 2:1, сквашували до  $pH = 4,3 - 4,35$  протягом 7,5 – 8,0 годин, перемішували, охолоджували, витримували для формування структури на протязі 6 – 7 годин.

Попередні дослідження реологічних властивостей на «консистометрі Боствика» (таблиця 3.11) показали, що більш в'язку консистенцію, близьку до контролю 1 мають зразки з використанням у якості стабілізатора модифікованого крохмалю і стабілізаційних систем Palsgaard 5854 і Palsgaard 5809.



Таблиця 3.11 – Реологічні властивості згустків на «консистометрі Боствіка»

Стабілізатор	Дозування стабілізатора, %	Через 30 с, мм	Через 60 с, мм
Контроль 1	Желатин 0,3% Крохмаль 2,6%	68	75
Желатин	0,1	160	170
	0,2	180	190
	0,3	170	180
	0,4	156	166
Пектин	0,1	170	179
	0,2	168	175
	0,3	174	175
	0,4	195	200
Модифікований ний крохмаль	0,5	140	150
	1,0	135	141
	1,5	93	100
	2,0	64	66
Palsgaard 5809	0,9	95	102
	1,0	78	84
	1,1	84	89
	1,2	80	85
Palsgaard 5846	0,4	146	155
	0,5	137	145
	0,6	145	154
	0,7	149	163
Palsgaard 5848	0,3	150	160
	0,4	145	151
	0,5	160	168
	0,6	145	150
Palsgaard 5854	1,5	129	136
	1,7	136	146
	1,8	128	132
	2,0	117	125

Стабілізаційні системи Palsgaard створюють гладку кремоподібну консистенцію, щільну текстуру, перешкоджають зайвому піноутворенню і відділенню сироватки, забезпечують гладку блискучу поверхню продукту, надають наповнений вершковий смак.

Модифікований крохмаль утворює ніжну кремоподібну консистенцію, надає деяку «сухість» смаку.

Желатин утворює гладку і блискучу текстуру з легким гелем.

Зразок з використанням пектину має блискучу поверхню і трохи грубу текстуру.

У процесі зберігання (7 діб) найбільший обсяг вільної фази, що виділився, спостерігався в зразках з використанням пектину, і желатину, при використанні Palsgaard 5846 і Palsgaard 5848 спостерігалось незначне відділення вільної фази, у зразках з використанням модифікованого крохмалю, Palsgaard 5854 і Palsgaard 5809 відділення сироватки практично не спостерігалось (рис. 3.10).

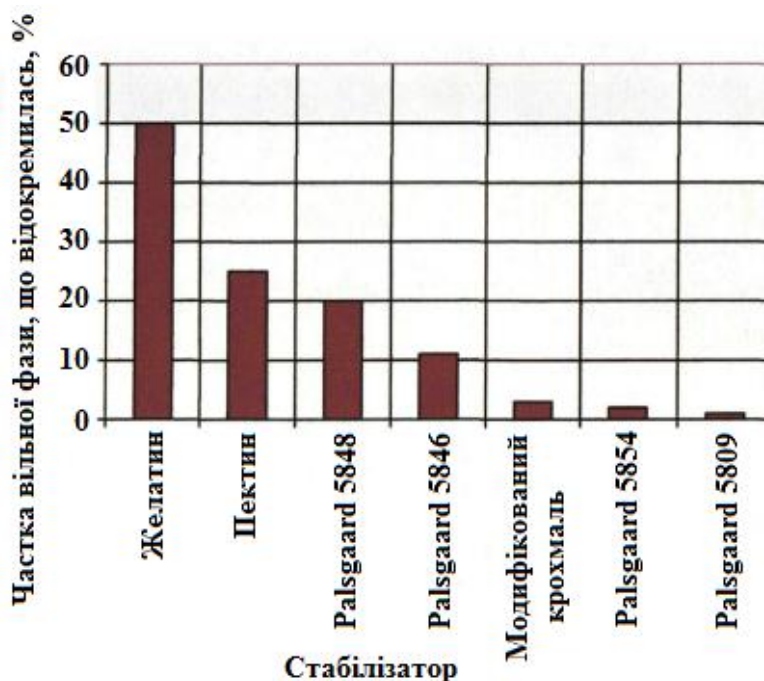


Рисунок 3.10 – Залежність частки вільної фази, яка виділяється від виду внесеного стабілізатора при тривалості зберігання 7 доби

Дані таблиці 3.11 і рис. 3.10 свідчать про те, що найкращі показники мають зразки з використанням модифікованого картопляного крохмалю, стабілізаційних систем Palsgaard 5854 і Palsgaard 5809. Зміна кінематичної в'язкості зазначених зразків зі збільшенням дозування стабілізаторів представлені на рис. 3.11.

Використання Palsgaard 5809 дозволяє досягти в'язкості, порівнянну з в'язкістю контролю 1, з меншою концентрацією в порівнянні з Palsgaard 5854 і модифікованим крохмалем.

Структурно-механічні властивості визначали на приладі «Реотест-2» методом ротаційної віскозиметрії при прямому і зворотному ході при значеннях швидкостей зсуву від 3,0 до 1312  $\cdot\text{с}^{-1}$  і описували за допомогою рівняння Оствальда-Де-Віля.

Порівнювали характеристики структурно-механічних властивостей контрольного зразка 1 і йогуртів із НБЕ зі стабілізатором Palsgaard 5809. Результати досліджень представлені на рис.3.12.

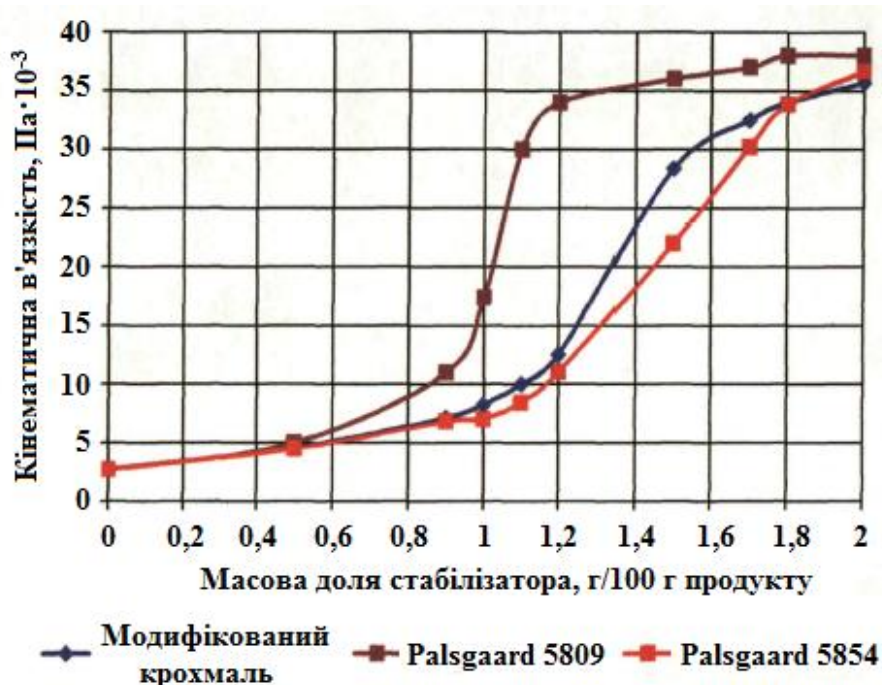


Рисунок 3.11 – Зміна кінематичної в'язкості йогуртів із НБЕ з використанням стабілізаторів

Рівняння Оствальда-Де-Віля для йогурту із НБЕ і стабілізатором Palsgaard 5809 має вигляд:

$$\mu = 1932,9xy^{-0,9185}, R^2 = 0,99.$$

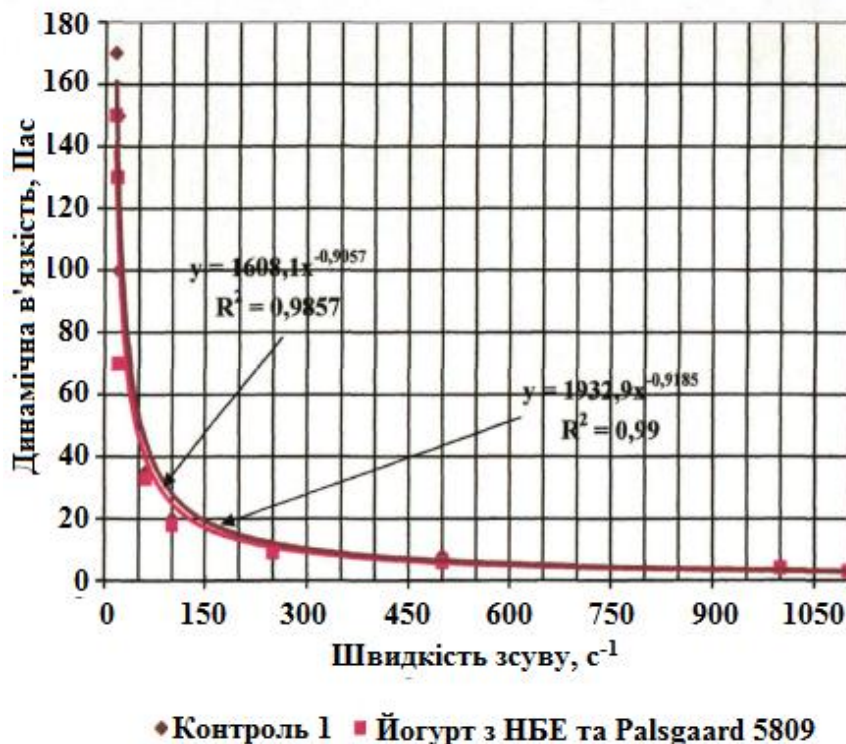
Рівняння Оствальда-Де-Віля для контролю 1 має вигляд:

$$\mu = 1608,1x^{-0,9057}, R^2 = 0,9857.$$

Дослідження структурно-механічних властивостей йогурту із НБЕ і контролю 1 після 7-добового зберігання показало ті ж результати, що і для свіжоприготовлених продуктів.

Аналізуючи криві плинності можна відзначити три зони плинності:

1. Зона плинності з максимальною ефективною в'язкістю (0 – 30 с<sup>-1</sup>);
2. Зона початку руйнування структури (30 – 700 с<sup>-1</sup>);
3. Ньютонівська течія з постійною в'язкістю зруйнованої структури (700-1312 с<sup>-1</sup>).



Риснок 3.12 – Залежність в'язкості згустку йогурту із НБЕ і стабілізатором Palsgaard 5809 і контролю 1 від швидкості деформації при температурі 20°C

Зі зростанням швидкості деформації спостерігається зменшення в'язкості зразків, особливо інтенсивно в'язкість знижується в діапазоні швидкостей до 250 с<sup>-1</sup>, при цьому відбувається руйнування структурного каркаса кисломолочного згустку. При швидкостях вище 250 с<sup>-1</sup> в'язкість зразків змінюється незначно внаслідок руйнування структури. При цьому макромолекули орієнтуються в

напрямку течії і стають більш обтічними. Досліджувані зразки являють собою не ньютонівські псевдопластичні рідини ( $n < 1$ ).

На підставі дослідження реологічних і гістологічних показників згустку з різними стабілізаторами можна зробити висновок про доцільність використання як стабілізатора Palsgaard 5809. Рекомендоване дозування 1,1 – 1,2 %. Обраний стабілізатор буде сприяти утриманню вологи в структурі йогурту із НБЕ, наданню необхідної в'язкості і текстури для забезпечення високих споживчих властивостей і підвищенню харчової і біологічної цінності готового продукту.

На наступному етапі досліджень докладніше розглянутий технологічний процес одержання йогурту з використанням НБЕ.

#### Висновки до розділу

Установлені особливості і визначені залежності процесів екстрагування і набрякання нутового зерна в процесі одержання білкового екстракту: найбільша швидкість набрякання у водяному розчині натрію вуглекислого кислого (рН=8,5) при розмірі часток нуту не більш 1,5 мм; оптимальні параметри екстрагування білків нуту – температура екстракції 40 °С, гідромодуль 1:7, рН=6,1, середовище – дистильована вода, час екстракції 25-30 хв, розмір часток не більш 0,15 мм.

Вивчений хімічний склад, харчова і біологічна цінність нутового білкового екстракту, установлена його здатність для зберігання: строк придатності 48 годин при температурі 4 °С.

Установлена можливість використання НБЕ у виробництві йогуртів. Зроблений добір складу молочної суміші, виду закваски, стабілізатора і умов сквашування: температура 40 °С, час сквашування 7 – 8 годин, оптимальне співвідношення коров'ячого молока і НБЕ 1:1, стабілізатор Palsgaard 5809.

## 4 РЕЦЕПТУРНІ РІШЕННЯ ЗБАГАЧЕНИХ ЙОГУРТІВ І ОЦІНКА ЇХ БЕЗПЕКИ

### 4.1 Вибір інгредієнтів і складання технологічних схем збагачених йогуртів

При використанні нутового білкового екстракту в технології виробництва кисломолочних напоїв велике значення мають його властивості й структура, а також етап внесення в молочну сировину. Білковий концентрат рекомендується вносити в готову нормалізовану суміш по масовій частці сухих речовин і при необхідності по масовій частці жиру до пастеризації, тому що активна кислотність суміші при додаванні НБЕ знижується до 6,60 – 6,65.

Для підвищення термостабільності нормалізованої суміші рекомендується вносити фосфатний стабілізатор турризин СТ у кількості 0,03 %. Застосування турризину СТ дає ряд переваг: частина вільного кальцію в молоці стає комплексно зв'язаною, розчинність казеїну молока поліпшується, при цьому знижується тенденція згортання білка, як під час нагрівання, так і при зберіганні продуктів, а також запобігає осадженню на гарячих поверхнях установок для нагрівання.

Йогурти з нутовим білковим екстрактом рекомендується виробляти знежирені або класичні (з масовою часткою жиру 2,7 %), що забезпечує гарні органолептичні характеристики продукту й дозволяє задовольнити смак споживачів, що пред'являють підвищені вимоги до складу продукту, тобто наявності в ньому корисних компонентів при низької калорійності.

На підставі результатів проведених досліджень розроблені рецептури нових кисломолочних продуктів – йогуртів з нутовим білковим екстрактом (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Рецептатура йогуртів із НБЕ (на 1000 кг готового продукту без обліку втрат, у кг)

Найменування компонентів	Витрата сировини на йогурти, кг	
	знежирені	класичні
Знежирене молоко (м.д.ж. 0,05%)	458,7	426,7
Нутовий білковий екстракт (м. д.С.В. 5,2%)	458,7	426,7
Вершки (м.д.ж. 35%)	-	64,0
Турризин СТ	3,0	3,0
Стабілізатор – Palsgaard 5809	12,0	12,0
Сухе знежирене молоко	7,5	7,5
Закваска «Jo-mix 401»і« Jo-mix 621» (2:1)	0,1	0,1
Цукор-пісок	60,0	60,0
Разом:	1000,0	1000,0

При використанні сировини з іншими фізико-хімічними показниками роблять перерахунок рецептур.

З метою розширення асортиментів йогуртів пропонується виробляти їх з харчосмаковими добавками. Для додання йогуртам фруктового смаку можна використовувати свіжі фрукти, але через сезонність їх надходження і змін якості застосування їх у промисловості дуже обмежене. Більш широко використовуються оброблені фрукти, насамперед тому, що необхідна фруктова суміш при переробці може бути нормалізована відповідно до вимог споживача. Звичайно фруктова суміш для виробництва йогуртів складається із фруктів, цукру, смакових добавок, барвників і харчових кислот.

#### 4.2 Оцінка якості і харчової цінності йогуртів з нутовим білковим екстрактом

Терміни «харчова, біологічна і енергетична» цінність характеризують корисність харчових продуктів залежно від їхнього хімічного складу і ґрунтуються на особливостях метаболічних перетворень. Тому завданням

наступних досліджень є вивчення властивостей йогуртів з нутовим білковим екстрактом з погляду задоволення людини в основних поживних речовинах.

Фізико-хімічні показники йогуртів представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники йогуртів

Найменування показника	Значення для йогуртів	
	знежирених	класичних
Масова частка жиру, %	0,1	2,7
Масова частка білка, %	3,1	2,6
Масова частка сухих речовин, %, не менше	17	18
Масова частка сахарози, %, не менш	12	
Активна кислотність, рН	3,8 – 4,2	
Температура продукту при випуску з підприємства, °С	4	
Фосфатаза	Відсутня	

Для оцінки біологічної цінності продукту був досліджений амінокислотний склад зразків йогуртів на амінокислотному аналізаторі ААА-339 і розрахований амінокислотний скор продукту (таблиці 4.3 і 4.4).

Таблиця 4.3 – Амінокислотний склад йогуртів із НБЕ, мг/100 г продукту

Амінокислоти	Знежирені	Класичні
Треонін	242	236
Валін	154	153
Метіонін	114	120
Ізолейцин	201	210
Лейцин	405	398
Фенілаланін	137	130
Лізін	251	265
Тирозин	109	105
Гліцин	139	145
Цистін	101	98
Гістидин	145	143
Аргінін	212	210
Сума амінокислот	3806	3562



Таблиця 4.4 – Біологічна цінність йогуртів із НБЕ

Амінокислоти	Шкала ФАО/ВОЗ		Знежирені		Класичні	
	А, мг/г білка	С, %	А, мг/г білка	С, %	А, мг/г білка	С, %
Ізолейцин	40	100	52,8	132	58,9	147
Лейцин	70	100	106,4	152	111,7	160
Лізін	55	100	65,9	119	74,4	135
Метіонін+цистін	35	100	56,5	161	61,2	174
Фенілаланін+тирозин	60	100	64,6	107	65,9	109
Треонін	40	100	63,5	158	66,3	165
Валін	50	100	40,5	81	42,9	86

При виробництві йогуртів більшу роль відіграє їхня органолептична оцінка, яка визначає споживчі властивості продукту. Органолептична характеристика йогуртів представлено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Органолептична оцінка йогуртів із НБЕ

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна маса з відчутними шматочками внесеного наповнювача. Глянсова поверхня, без відстою сироватки
Смак і запах	Смак кисломолочний, у міру солодкий, характерний для конкретного виду наповнювача, без сторонніх присмаків і заходів з ароматом і смаком наповнювача
Колір	Обумовлений кольором наповнювача, рівномірний по всій масі

Використання нутового білкового екстракту при виробництві йогуртів виправдане у виді гарної збалансованості його амінокислотного складу. Йогурти містять найцінніші для людини сірковмісні амінокислоти: метіонін, що брав участь у кровотворенні і утворенні холіну, фосфоліпідів і лізин, що брав участь у кровотворенні і процесах обміну речовин в організмі.

Вміст токсичних елементів і мікотоксинів (таблиця 4.6) у продукті відповідає вимогам СангПіН 2.3.2.1078-01, пропонованим до йогуртів (індекс 1.2.1).

Таблиця 4.6 – Вміст токсичних елементів у йогуртах

Найменування	Вміст у йогуртах, мг/кг	Допустимий рівень вмісту по СанПіН для аналогічних продуктів, мг/кг
Свинець	0,025	0,1
Кадмій	0,011	0,03
Миш'як	0,008	0,05
Ртуть	0,009	0,005
Афлатоксин М1	не виявлено	0,0005
ГХЦГ	менш 0,001	0,05
ДДТ	менш 0,001	0,05
Афлатоксин В-1	менш 0,001	0,005
Т-2 токсин	менш 0,001	1,0
Зеараленон Ф-2	менш 0,002	1,0
Дон	менш 0,002	0,7
Ртуть утримуючі пестициди, 2,4 Д	не виявлені	Не допускається

Дані таблиці 4.7 дозволяють зробити висновок про достатній ступінь задоволення йогуртами добової потреби організму людину більшістю компонентів.

Таблиця 4.7 – Ступінь задоволення добової потреби в харчових речовинах

Харчова цінність	Денна потреба	Вміст в 100 г йогуртів		Ступінь задоволення по формулі збалансованого харчування, %	
		йогурти			
		обезжирені	класичні	обезжирені	класичні
Вода, г	2000	83	82	4,15	4,10
Білки, г	85	3,1	2,6	3,65	3,06
Незамінні амінокислоти, г					
Треонін	2	0,242	0,236	12,10	11,80
Валін	3	0,154	0,153	5,13	5,10
Метіонін	2	0,114	0,120	5,70	6,00
Ізолейцин	3	0,201	0,210	6,70	7,00
Лейцин	4	0,405	0,398	10,13	9,95
Лізин	3	0,251	0,265	8,37	8,83
Фенілаланін	2	0,137	0,130	6,85	6,50
Вуглеводи, г	400	13,9	14,0	3,48	3,50
Жири, г	102	0,1	2,7	0,10	2,65
Мінеральні речовини, мг %					
Кальцій	900	165	150	18,33	16,66
Фосфор	1250	90	100	7,20	8,00
Вітаміни, г					
Вітамін С	60	0,85	0,7	1,42	1,17
Вітамін В1	1,5	0,035	0,03	2,33	2,00
Вітамін В2	2,0	0,23	0,17	11,50	8,50
Ніацин	20	0,18	0,14	0,90	0,70

Мікробіологічні показники готового продукту відповідають нормам безпеки для харчових продуктів, які представлено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Мікробіологічні показники готового продукту

Найменування показника	Значення
БГКП (коліформи), в 0,1 г	не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1г	не виявлено
Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, в 25 г	не виявлено
Цвілеві гриби і дріжджі, КОЕ/г, в 1г	не виявлено
Молочнокислі мікроорганізми, в 1г	$2,5 \cdot 10^{10}$

Досліджували здатність до зберігання йогуртів із НБЕ, вироблених у виробничих умовах ТОВ «Горизонт», у тому числі зміна їх мікробіологічних показників у процесі зберігання при температурі 4 °С. Паралельно проводили органолептичну оцінку продуктів і зміна активної кислотності в процесі зберігання. Отримані дані наведено в таблиці 4.9 і рис. 4.1.

Таблиця 4.9 – Органолептичні і фізико-хімічні показники йогурти із НБЕ в процесі зберігання

Тривалість, діб	pH	Органолептичні показники
0	4,33	Поверхня йогуртів чиста, рівна, консистенція однорідна по всій масі, смак і запах чистий солодкий з відповідним смаком і запахом внесеного наповнювача. Колір відповідний до внесеного наповнювача
1	4,19	
2	4,18	
3	4,16	
4	4,15	
5	4,14	
6	4,13	
7	4,13	
8	4,10	
9	4,08	Спостерігається синерезис, з'являються пластівці.

Як видно з даних таблиці 4.9 і рис. 4.1 активна кислотність зі збільшенням строку зберігання знижується, починає відділятися сироватка, кількість молочнокислих мікроорганізмів знижується з  $2,5 \cdot 10^{10}$  до  $0,06 \cdot 10^7$  на 9 добу і продукт втрачає свої споживчі властивості.

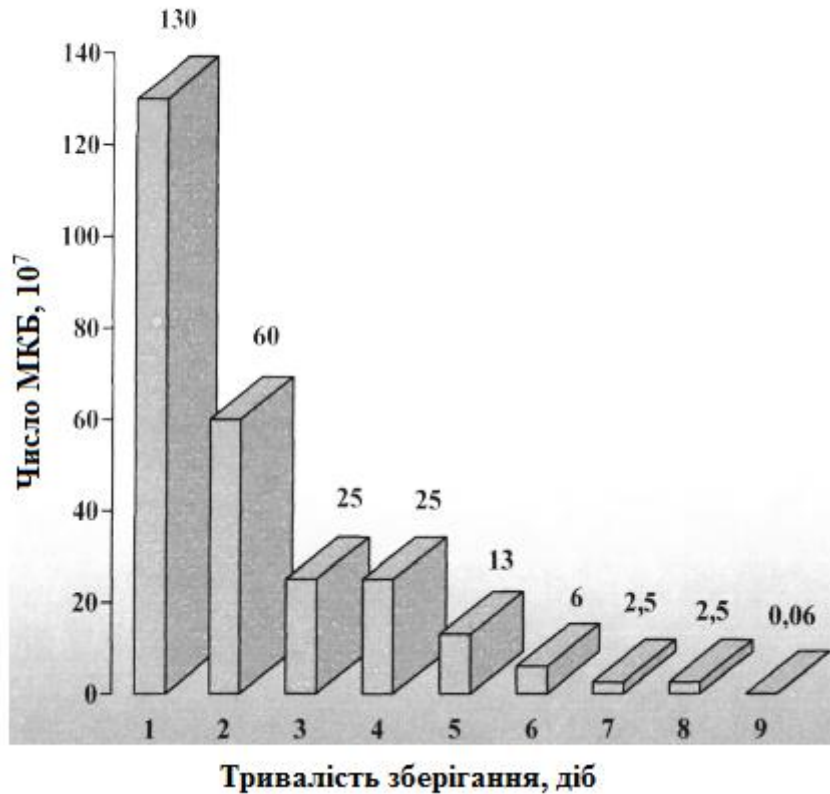


Рисунок 4.1 – Зміна кількості молочнокислих мікроорганізмів йогуртів із НБЕ в процесі зберігання

Результати складу мікрофлори йогуртів із НБЕ при зберіганні представлено в таблиці 4.10

Відповідно ДСТУ 8552:2015 «Молоко та молочні продукти» для йогуртів наприкінці строку придатності повинно бути молочнокислих мікроорганізмів не менш 10 КОЕ/г. У такий спосіб строк придатності з урахуванням коефіцієнта резерву для швидкопсувних продуктів згідно з методичними вказівками «Санітарно епідеміологічна оцінка обґрунтування строків придатності і умов зберігання харчових продуктів» становить 5 дів при температурі 4 °С.

Таблиця 4.10 – Зміна складу мікрофлори йогуртів при зберіганні

Досліджувані види мікроорганізмів	Вміст мікроорганізмів в 1 г продукту	
	свіжовиробленого	Після 9 діб зберігання при температурі 4 °С
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г	Не виявлено	Не виявлене
Сальмонели в 25 г продукту	Не виявлено	Не виявлене
Дріжджі, КОЕ	Не виявлено	Не виявлене
Цвілеві гриби, КОЕ	Не виявлено	Не виявлене
Staphylococcus aureus в 1 г продукту	Не виявлено	Не виявлене
Молочнокислі мікроорганізми, в 1г	$2,5 \cdot 10^{10}$	$0,06 \cdot 10^7$

Наведені дані свідчать про те, що розроблені йогурти із НБЕ за своїми фізико-хімічними, органолептичними і біологічними характеристиками є повноцінними продуктами, що містять у своєму складі цінні білки нуту і незамінні амінокислоти.

#### Висновки до розділу

Запропоновано рецептуру і технологічну схему виробництва йогуртів із НБЕ, підтверджена їх біологічна безпека, досліджений вміст основних контамінантів. Вивчені фізико-хімічні, мікробіологічні і органолептичні показники йогуртів із НБЕ. Установлена їх здатності до зберігання і запропонований спосіб теплової обробки для збільшення строків зберігання.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці

Головний інженер з охорони праці в ПрАТ «Комбінат «Придніпровський» має повну відповідальність за забезпечення безпеки праці. Для систематизації правил охорони праці створено картку з безпеки праці для апаратника цеху, який займається виробництвом пастеризованого молока (див. рис. 5.1).

<p><b>1. Загальна інформація</b></p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з переробки молока в ПрАТ «Комбінат «Придніпровський».</p> <p><b>Важливо!</b> Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p><b>2. Опис робочого місця</b></p> <p>Посада: апаратник лінії з виробництва йогурту.</p> <p>Місце роботи: цех з переробки молока в ПрАТ «Комбінат «Придніпровський».</p> <p>Робочій час: 1 зміна (8:00-20:00) 2 зміна (20:00-8:00)</p>
<p><b>3. Заходи безпеки</b></p> <p>До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку та пройшли відповідний інструктаж з ОП і медичний огляд.</p> <p>Заборонено приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. В разі поганого самопочуття негайно повідомити майстра цеху.</p> <p>Уважно готувати робоче місце, дотримуватись правил охорони праці. Обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту при виконанні робіт з налагодженням роботи сепаратора</p>	
<p><b>4. Надзвичайні ситуації</b></p> <p>1) <b>Пожежа:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та натиснути на пожежну сигналізацію. Використовувати вогнегасник або інші засоби пожежогасіння, якщо ви натрапили на невелике загоряння та можете безпечно його загасити.</p> <p>2) <b>Аварія:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p>3) <b>Травма:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p><b>5. Потенційні ризики</b></p> <p>а) підвищена вологість, б) можливість враження струмом, в) ризик пожежі.</p>	<p><b>6. Контакти екстрених служб</b></p> <p>Черговий: вн.т. 35-12-03 Державна служба надзвичайних ситуацій: 101 Невідкладна медична допомога: 103 Служба екстреної допомоги: 112</p>

Рисунок 5.1 – Картка безпеки праці апаратника лінії з виробництва йогурту в ПрАТ «Комбінат «Придніпровський»

Згідно з положенням про охорону праці на підприємстві, роботодавець зобов'язаний створити умови праці, які відповідають встановленим нормативно-правовим актам, включаючи кожен структурний підрозділ, та гарантувати виконання вимог законодавства, яке регулює права працівників у сфері охорони праці. [14].

Заходи з охорони праці в ПрАТ "Комбінат "Придніпровський" спрямовані на створення безпечних робочих умов та відповідність законодавчим вимогам у галузі охорони праці.

В останній період на ПрАТ "Комбінат "Придніпровський" впроваджується практика активного створення та впровадження карток безпеки праці для працівників на кожній посаді, включаючи навіть адміністративний персонал. Розробка та використання цих карток сприяє підвищенню рівня охорони праці на підприємстві, а також зменшенню ризику травматизму та виникнення професійних захворювань.

## 5.2 Утилізація відходів виробництва

Для оцінки еколого-економічної продуктивності діяльності ПрАТ "Комбінат "Придніпровський" у рамках зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище можна врахувати такі фактори викидів:

1. викиди повітряних забруднюючих речовин;
2. викиди стічних вод;
3. утворення твердих відходів;
4. використання сировини та ресурсів.

На території ПрАТ "Комбінат "Придніпровський" розміщено 41 організоване та п'ять неорганізованих джерел викидів забруднюючих речовин у атмосферу.

Внаслідок функціонування підприємства виникає 26 речовин, що підлягають нормативному контролю за забрудненням.



## Висновки до розділу

Встановлено, що вся відповідальність за забезпечення безпеки праці покладена на головного інженера з охорони праці. Для систематизації правил охорони праці було розроблено картку апаратника цеху з виробництва йогурту в ПрАТ «Комбінат «Придніпровський», що дозволяє підвищити стан охорони праці на підприємстві, знижує ризик травматизму та виникнення професійних захворювань.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Метою економічних розрахунків, які проводяться для обґрунтування ефективності виконаних досліджень, є оцінка отриманих результатів і визначення доцільності реалізації проекту, спрямованого на розробку рецептури та вивчення технології виробництва йогурту з натуральним зерновим наповнювачем..

Організація досліджень включає такі етапи, як складання переліку робіт, визначення взаємозв'язків і тривалості, побудова сітьового графіка, визначення критичного шляху і розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Список завдань, які передбачається виконати під час дослідження процесу виробництва йогурту з зерновим наповнювачем, подано в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	12
3-4	Розробка алгоритму науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	6
5-6	Моделювання рецептури	2
6-7	Вибір дози компонентів рецептури	6
7-8	Визначення основних технологічних параметрів процесу	4
7-9	Дослідження характеристик в'язкості отриманого продукту	3
7-10	Оцінка складу та властивостей отриманого продукту	4
8-11	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-11		1
10-11		2
11-12	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10

Схема сітьового графіка приведена на рис. 6.1.

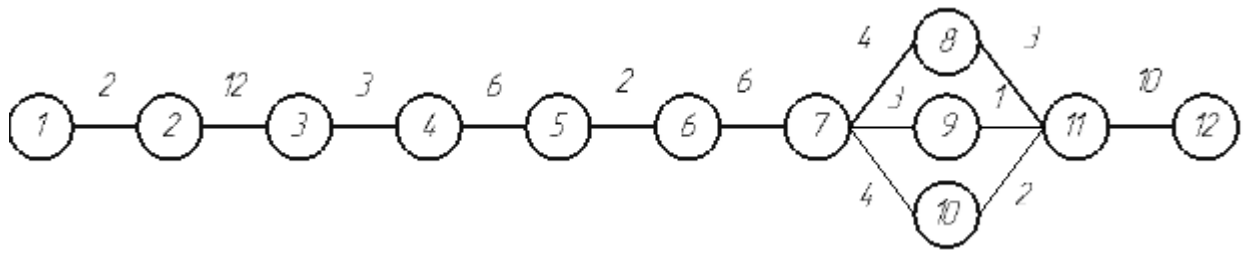


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12} = 2 + 12 + 3 + 6 + 2 + 6 + 4 + 3 + 10 = 48;$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-9-11-12} = 2 + 12 + 3 + 6 + 2 + 6 + 3 + 1 + 10 = 45;$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12} = 2 + 12 + 3 + 6 + 2 + 6 + 4 + 2 + 10 = 47.$$

У нашому випадку критичним є перший шлях з тривалістю в 48 днів.

## 6.2 Витрати на проведення досліджень

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \tag{6.1}$$

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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Молоко, л	10	12	120,0
Зерновий наповнювач, кг	3	30	90,0
Всього			210,0

Розрахунок заробітної плати людей, що приймали участь у дослідженнях наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000,00
Всього				1000,00

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{1000,00 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховують за формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на створення необхідної температури в йогуртниці:

$$E_{\text{йогурти}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 18 \cdot 1,68 = 24,49 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу комп'ютера:

$$E_{\text{комп}} = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 16,93 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{йогурт}} + E_{\text{комп}} = 24,49 + 16,93 = 41,42 \text{ грн.}$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Йогуртниця «Mulinex»	1280,30	17	3	1,78
Персональний комп'ютер	10200,00	20	2	11,18
Всього				12,96

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1000,00 \cdot 80)}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	210,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	41,42
Амортизація	12,96
Накладні витрати	800,00
Всього	2284,38

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

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

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

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2284,38 + \frac{30 \cdot 2284,38}{100} = 2969,69 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2969,69 грн.

## Висновки до розділу

За розрахунками було підтверджено, що основними пунктами витрат під час здійснення дослідження є витрати на оплату праці та загальновиробничі витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн відповідно. Загальна вартість проведеного дослідження, враховуючи 30% нормативної рентабельності, оцінюється в розмірі 2969,69 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтована і експериментально доведена можливість використання джерела повноцінного білка – нуту у виробництві збагачених кисломолочних продуктів. Установлені особливості і визначені математичні залежності процесів екстрагування і набрякання нутового зерна в процесі одержання білкового екстракту: найбільша швидкість набрякання у водяному розчині натрію вуглекислого кислого (рН = 8,5) при розмірі часток нуту не більш 1,5 мм; оптимальні параметри екстрагування білків нуту – температура екстракції 40 °С, гідромодуль 1:7, рН = 6,1, середовище – дистильована вода, час екстракції 25 – 30 хв, розмір часток не більш 0,15 мм.

2. Встановлено комплексну оцінку та вивчено хімічний склад, харчова і біологічна цінність нутового білкового екстракту, установлена його здатність для зберігання: строк придатності 48 годин при температурі 4 °С.

3. Установлено можливість використання НБЕ у виробництві йогуртів. Зроблений добір складу молочної суміші, виду закваски, стабілізатора і умов сквашування: температура 40 °С, час сквашування 7 – 8 годин, оптимальне співвідношення коров'ячого молока і НБЕ 1:1, стабілізатор Palsgaard 5809.

4. Розроблено рецептури і технології виробництва йогуртів із НБЕ, підтверджена їх біологічна безпека, досліджений вміст основних контамінантів. Вивчені фізико-хімічні, мікробіологічні і органолептичні показники йогуртів із НБЕ. Установлена їх здатності до зберігання і запропонований спосіб теплової обробки для збільшення строків зберігання.

5. За розрахунками було підтверджено, що основними пунктами витрат під час здійснення дослідження є витрати на оплату праці та загальновиробничі витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн відповідно. Загальна вартість проведеного дослідження, враховуючи 30% нормативної рентабельності, оцінюється в розмірі 2969,69 грн.



## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сирохман І.В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.
2. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
3. 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>
4. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials // Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>
5. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
6. 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.
7. Технологія молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 502 с.
8. 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.

9. 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.
10. 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.
11. Божидарнік Т. В. Розвиток молокопродуктового підкомплексу АПК в умовах глобалізації : теоретико-методологічні та прикладні аспекти : монографія / Т. В. Божидарнік. – Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2011. 412 с.
12. Кочубей-Литвиненко, О. В. Технологія отримання та первинного оброблення молока : підручник / О. В. Кочубей-Литвиненко, Н. М. Ющенко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 211 с.
13. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості: монографія / Є. С. Кузьмін. Київ : ІАЕ, 2015. 254 с.
14. Молоко та молочні продукти (GMP. НАССР) : довідник / ред. О. М. Якубчак. Київ : Біопром, 2010. 168 с.
15. Молоко та молочні продукти (GMP. НАССР) : довідник / ред. О. М. Якубчак. Київ : Біопром, 2010. 168 с.
16. 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.
17. Цехмістренко С. І. Біохімія молока та молокопродуктів : навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. І. Кононський. Біла Церква : Білоцерк. кн. ф-ка, 2014. 168 с.
18. Черевко О.І. та ін.. Методи контролю якості харчової продукції: Навч. посібник для студ. вищих навч. закл. технол. спец. Харк. держ. Університет харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2005. 230 с.

19. Управління якістю: навч. посіб. 2-е вид. / Д.П. Лойко, О.П. Вотченікова, О.П. Удовіченко, М.А. Котляр. Львів: «Магнолія – 2006», 2010. 240 с.

20. Богомолів О.В. Управління якістю переробних і харчових виробництв / О.В. Богомолів, О.І. Шаповаленко, О.М. Сафонова, [та ін.]: Навч. посібник. Харків: «Еспада». 2006. 296с.

21. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу:

[http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste\\_and\\_waste-free\\_production\\_in\\_the\\_food\\_industry.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf).

22. Самілик М.М. Використання нетрадиційної сировини у технології виробництва йогурту [Електронний ресурс] / М.М. Самілик, Є. В. Демидова // Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. – 2022. – Т. 5, № 2. – С. 281. – 291.

23. Самілик М.М., Расамакіна Ю.В. Перспективи використання бурякових цукатів у виробництві йогуртів. Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського». Серія: Технічні науки. 2019. Т. 30 (69), № 3. С. 97. – 102.

24. Рудяк Н.М, Кухтін, М.Д., Салата, В.В. Розробка технології кисломолочного сиру з додаванням яблучного наповнювача. Тези доповідей І Міжнародної науково-технічної конференції «Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти», (2021) 40. – 40

25. Товарознавство продуктів функціонального призначення: опорний конспект лекцій для студентів за напрямом підготовки 030510 «Товарознавство і торговельне підприємництво» / уклад.: Т.М. Летута, Н.І. Черевична, О.В. Гапонцева. Х. : ХДУХТ, 2012. 73 с.

26. Технологія незбираномолочних продуктів: навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / Т.А. Скорченко, Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, О.В. Кочубей; за ред. Т.А. Скорченко. Вінниця : Нова книга, 2005. 264 с.

27. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ, 2019. 11 с.
28. 8. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. Київ, 2005. 9 с.
29. Геліх, А., Даниленко, С., Крижська, Т., Цзіншань, Л. (2021). Розробка технології та дослідження показників якості йогурту із натуральним наповнювачем у процесі зберігання. *Продовольчі ресурси*, 9(16), 69. – 78.
30. І.В. Романчук, Т.В. Рудакова, Л.О. Моїсеєва Використання зернових добавок у виробництві молочних продуктів з комбінованим складом сировини *Зернові продукти і комбікорми* Vol.17, І. 3 / 2017
31. Technology and factors influencing Greek-style yogurt – a Review / I. Lange, S. Mleko, M. Tomczyńska-Mleko, G. Polischuk, P. Janas, L. Ozimek // *Ukrainian Food Journal*. 2020. Vol. 9. Issue 1. 7-35.
32. Батлуг Я.В. Аналіз сучасних технологій молочних продуктів із зерновими наповнювачами [Текст] / Я.В. Батлуг // *Науковий пошук молодих дослідників*. – 2013. . – № 2. – С. 6 – 10.
33. Романчук І.О. Наукові та прикладні аспекти стандартизації термінологічної бази в молочній галузі. *Стандартизація, сертифікація, якість* 2014, 2 (87), с 3. – 7.
34. Романчук І.О., Рудакова Т.В.; Моїсеєва Л.О. Використання зернових добавок у виробництві молочних продуктів з комбінованим складом сировини. *Зернові продукти і комбікорми* 2017, 17(3 (67)), с 27. – 32
35. Сирохман І.В. Якість і безпека харчової продукції традиційних та інноваційних технологій: підручник. Львів: Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2020. 504 с.
36. Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Житомир : Видавництво ЖДУ ім. І.Франка, 2013. 208 с
37. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Перспективні напрямки виробництва кисломолочних ферментованих продуктів з синбіотичними властивостями. *Продовольчі ресурси*. 2021. Т. 9. № 17. С. 22 – 33

38. Lesme H., Rannou C., Famelart M. H., Bouhallab S., Prost C. (2020). Yogurts enriched with milk proteins: Texture properties, aroma release and sensory perception. *Trends in food science & technology*, 98, 140. – 149.

39. Naibaho J., Jonuzi E., Butula N., Figiel A., Yang B., Föste M., Korzeniowska, M. (2021). Valorisation of brewers' spent grain in different particle size in yogurt production. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 332, p. 01008). EDP Sciences.

40. Патент № 97223 Україна, МПК А 23 С 9/13. Йогурт / Іванов С.В., Чепель Н.В., Грек О.В., Красуля О.О.; заявник та патентокористувач Національний університет харчових технологій. – № u201407147; заявл. 24.06.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5 2015.

41. Shiby V. K., & Mishra H. N. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods—A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5), 482 – 496.

42. Savaiano Dennis A., and Robert W. Hutkins. «Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review» *Nutrition reviews* 79.5 (2021): 599. – 614.

43. Lesme H., Rannou C., Famelart M. H., Bouhallab S., Prost C. (2020). Yogurts enriched with milk proteins: Texture properties, aroma release and sensory perception. *Trends in food science & technology*, 98, 140. – 149.

44. Krzeminski A., Prell K. A., Busch-Stockfisch M., Weiss J., Hinrichs J. (2014). Whey protein–pectin complexes as new texturising elements in fat-reduced yoghurt systems. *International Dairy Journal*, 36(2), 118. – 127.

45. Махинько В.М., Черниш Л.М. Високобілкові рослинні добавки – сучасний підхід у виробництві функціональних хлібних виробів. Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю Національного університету харчових технологій (Київ, 13. – 16 жовтня 2014 року). К.: НУХТ, 2014. С. 67.

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

47. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

48. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>

49. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 99–111. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>

50. Ковальова О.С. Особливості дезінфекції тари та пакувань харчових виробництв. The 8th International scientific and practical conference “Trends, theories and ways of improving science” (February 28 – March 03, 2023) Madrid, Spain. International Science Group. 2023. С. 532-535. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.8>

51. Ковальова О.С. Інноваційна технологія знезараження зеленого солоду з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 1th International scientific and practical conference “Current issues of science and integrated technologies” (January 10 - 13, 2023) Milan, Italy. International Science Group. 2023. С.702-704. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.1>

52. 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>

53. 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>

54. Ковальова О.С. Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 13th International scientific and practical conference “Implementation of modern technologies in science” (December 20 - 23, 2022) Varna, Bulgaria. International Science Group. 2022. С.516-526. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.13>

55. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials // Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>

56. Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Головня Н. В. Дослідження впливу соку зелених рослин на процеси пророщування зерна // Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С. 209-216. DOI: <https://10.31388/2078-0877-2021-21-1-209-216>

57. 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>

58. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощення: монографія // О.А. Півоваров, О.С. Ковальова. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

59. Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products / O. Kovaliova, Yu. Tchursinov, V. Kalyna, V. Koshulko, E. Kunitsia, A. Chernukha, O. Bezuglov, O. Bogatov, D. Polkovnychenko, N. Grigorenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2/11 ( 104 ) 2020. P.61-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>

60. 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>

61. Pivovarov O., Kovaliova O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids // Food Science and Technology. 2019. Volume 13 Issue 1. P.83-89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>

62. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt // Grain Products and Mixed Fodder's. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>.