

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Удосконалення технології виробництва
мармеладу желейного**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-21
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Кристина ДВОРЯДКІНА

Керівник: _____ Дмитро ТИМЧАК

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Дворядкіній Крестині Геннадіївні

1. Тема роботи: «Удосконалення технології виробництва мармеладу желейного». Керівник роботи: Тимчак Дмитро Олександрович, старший викладач, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 963.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва мармеладу желейного. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти і методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	ст. викладач Дмитро ТИМЧАК	07.05.25	09.06.25

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	07.05-08.05.25	виконано
2	Аналітичний огляд	09.05-14.05.25	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	15.05-16.05.25	виконано
4	Експериментальна частина	17.05-31.05.25	виконано
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях	01.06-02.06.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.25	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.25	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	06.06-09.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Кристина ДВОРЯДКІНА
(підпис)

Керівник роботи _____ Дмитро ТИМЧАК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технології виробництва мармеладу желейного»

Кваліфікаційна робота бакалавра: 68 с., 7 рис., 17 табл., 51 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва желейного мармеладу.

Метою роботи є використання пасти з бульб топінамбуру та меду для виробництва желейного мармеладу підвищеної харчової, зниженої енергетичної цінності та цукроємності, зі збільшеним терміном зберігання.

Методи дослідження: Органолептичні показники визначали відповідно до ДСТУ 4910:2008, хімічні – згідно з чинними ДСТУ для харчових продуктів, зокрема для цукрів, кислотності та вмісту вологи. Оцінювання реологічних властивостей проводили за допомогою сучасних вимірювальних приладів, що забезпечує високу точність результатів, зокрема для динамічної в'язкості та вологоутримуючої здатності.

Мікробіологічний контроль охоплював визначення загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (ДСТУ ISO 4833-1:2014), а також дріжджів і плісень (ДСТУ ISO 21527-1:2009)

В роботі визначено доцільність застосування топінамбуру як функціонального інгредієнта у складі кондитерських виробів завдяки його високому вмісту інуліну, мінералів, вітамінів і антиоксидантів. Обґрунтовано переваги використання натурального меду як компонента з вираженими смако-ароматичними, функціональними та маркетинговими властивостями.

Встановлено, що особливістю технології одержання желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру є відсутність стадії уварювання желейної маси, внаслідок чого готовий виріб характеризується підвищеним вмістом вологи. При цьому желейний мармелад, виготовлений з використанням концентрованої пасти топінамбуру, має антиоксидантну активність, що пояснюється наявністю у складі пасти органічних кислот та вітаміну С (8,35 мг на 100 г продукту).

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Мармелад, топінамбур, концентрована паста, мед, пружність, вітамін С, зберігання.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1 Функціональні продукти в сучасній структурі харчування	7
1.2 Топінамбур – перспективна рослинна сировина у виробництві кондитерських виробів	10
1.3 Натуральний мед як біологічно цінний компонент кондитерських виробів	17
1.4 Існуючі технології концентрування плодових та овочевих пюре	23
1.5 Мета і завдання дослідження	26
2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Об’єкти дослідження	28
2.2 Методи дослідження	28
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	34
3.1 Дослідження властивостей желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру	34
3.2 Дослідження властивостей желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру в процесі зберігання	35
3.3 Дослідження властивостей желейного мармеладу з додаванням меду натурального	39
3.4 Дослідження процесу отримання желейного мармеладу на основі натурального меду та концентрованої пасти з топінамбуру	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	50
4.1 Аналіз негативних чинників при виробництві мармеладу	50
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження	55
5.2 Розрахунок ціни дослідження	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	63

ВСТУП

Актуальні тенденції здорового харчування зумовлюють потребу в розробці нових видів кондитерської продукції з пониженою енергетичною цінністю та підвищеною поживною цінністю. Виготовлення таких виробів дає змогу перевести кондитерську продукцію з категорії «ризик» до асортименту продуктів здорового харчування.

Це можна досягти шляхом удосконалення наявних та створення нових технологічних процесів переробки вітчизняної рослинної сировини у напівфабрикати з максимально можливим збереженням початкової харчової цінності, а також розроблення на їх основі кондитерських виробів із використанням інтенсивних та ефективних технічних рішень.

Желейні кондитерські вироби, виготовлені з природних полісахаридів, зазвичай мають високий вміст цукру та характеризуються низьким рівнем або повною відсутністю таких важливих функціональних складників, як харчові волокна, вітаміни, макро- та мікроелементи, що вважається вагомим недоліком цієї групи продукції.

На сьогоднішній день особливої актуальності набуває повна заміна цукру-піску та патоки в рецептурах желейного мармеладу з одночасним збагаченням продукту функціональними компонентами. Для цього доцільно впроваджувати природні підсолоджувачі – зокрема натуральний мед, а також продукти переробки рослинної сировини, серед яких значну зацікавленість викликають бульби топінамбуру.

Топінамбур має високий потенціал для застосування у харчовій галузі, який наразі використовується лише частково. Аналіз наявних технологічних рішень свідчить, що топінамбур переважно застосовується як сировина для промислового одержання інуліну, пектину, фруктози та глюкозо-фруктозних сиропів.

Водночас, методи переробки топінамбуру з комплексною реалізацією його функціональних властивостей у складі готової продукції залишаються малопоширеними. У зв'язку з цим перспективним напрямом є виготовлення

концентрованої пасти з бульб топінамбуру, використання якої у рецептурах кондитерських виробів сприятиме збагаченню їх харчовими волокнами, вітамінами, макро- та мікроелементами, а також зниженню вмісту цукру.

Застосування концентрованої топінамбурової пасти у технології желейних виробів відкриває можливості для створення продукції функціонального призначення, орієнтованої на споживачів, які дотримуються принципів здорового харчування або мають обмеження щодо вживання цукру. Високий вміст природного інуліну у топінамбурі надає готовим виробам пребіотичних властивостей, що позитивно впливає на мікрофлору кишечника та загальний стан організму. Крім того, паста з бульб топінамбуру має природну солодкість, що дозволяє істотно скоротити кількість доданого цукру або повністю його виключити.

З технологічної точки зору, використання топінамбурової пасти покращує структурно-механічні характеристики желейних виробів. Завдяки вмісту пектинових речовин вона сприяє утворенню стабільної гелевої структури без потреби у використанні додаткових загущувачів.

Це забезпечує не лише привабливу консистенцію, але й подовжує термін зберігання продукції. Таким чином, впровадження топінамбуру як альтернативної сировини у рецептури желейного мармеладу дозволяє отримати високоякісні кондитерські вироби з підвищеною харчовою цінністю та покращеними функціональними властивостями.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Функціональні продукти в сучасній структурі харчування

«Харчування становить значний інтерес з багатьох аспектів, оскільки є основоположним процесом, що забезпечує життєдіяльність усіх живих організмів» [1-5].

У сучасній Україні, як і в інших розвинених країнах світу, спостерігається помітна трансформація у ставленні до власного здоров'я. «Уже не лише фахівці, а й пересічні споживачі визнають прямий зв'язок між станом здоров'я людини та якістю споживаної щоденно їжі» [6]. Формула "здоров'я – функція харчування" стала однією з ключових у сучасній науці про харчування.

Основними завданнями харчування є забезпечення організму:

- 1) «енергією,
- 2) пластичними речовинами,
- 3) біологічно активними сполуками» [7, 8].

Відносно нещодавно були отримані наукові дані, які свідчать про існування ще однієї – четвертої – функції харчування, що полягає у формуванні імунного захисту, як специфічного, так і неспецифічного. Науково доведено, «що ефективність імунної відповіді на інфекційні чинники значною мірою залежить від повноцінності раціону. Раціональне харчування сприяє зміцненню імунної системи та підвищує опірність організму до інфекцій» [3].

Стрімкий розвиток науки про харчування зумовлений удосконаленням методологічних підходів в епідеміологічних дослідженнях, проривами у сфері протеоміки та геноміки, модернізацією аналітичного інструментарію для дослідження складу продуктів, а також активною розробкою та впровадженням нових харчових продуктів із заданим складом і функціональними характеристиками. «У результаті цього сформувалися концепції, орієнтовані на зміцнення здоров'я шляхом цілеспрямованого створення продуктів, здатних позитивно впливати на фізіологічні функції організму, що стало можливим завдяки поглибленню знань про взаємодію харчових компонентів» [7].

Сьогодні в медичній науці утвердилася концепція оптимального харчування, яка стала наступним етапом після концепції адекватного харчування. Якщо раніше головна увага приділялася нормуванню макронутрієнтів – «джерел енергії, жирів і пластичних речовин, – то тепер акцент зміщено на розширений спектр есенціальних та інших біологічно активних компонентів, які раніше залишалися поза увагою» [9].

У межах розвитку цієї концепції сформувався новий напрям науки про харчування – функціональне харчування, яке охоплює теоретичне обґрунтування, виробництво, реалізацію та вживання продуктів, що мають позитивний вплив на здоров'я. «Згідно з чинними нормативами, функціональний харчовий продукт – це харчовий виріб, призначений для регулярного споживання всіма категоріями здорового населення, який сприяє збереженню та покращенню стану здоров'я, а також знижує ризик виникнення захворювань завдяки наявності фізіологічно функціональних інгредієнтів» [10]. Такі інгредієнти повинні бути безпечними, мати чітко визначені фізико-хімічні властивості, підтверджені науковими дослідженнями, а також встановлені норми добового споживання (харчові волокна, вітаміни, мінерали, поліненасичені жирні кислоти тощо), як у чистому вигляді, так і у складі біологічно активних добавок.

У сучасній структурі споживання функціональні продукти займають проміжну позицію між товарами масового попиту та спеціалізованими дієтичними виробами. «Зростаюче прагнення населення до ведення здорового способу життя та збалансованого харчування суттєво впливає на зміну структури ринку харчових продуктів, стимулюючи зростання попиту на продукти з підвищеною біологічною цінністю та профілактичною дією» [11, 12].

На сьогодні ринок функціональних продуктів харчування демонструє динамічне зростання як за рахунок продукції вітчизняного, так і імпортного виробництва. «Серед функціональних харчових виробів першість займають напої, друге місце посідають хлібобулочні вироби, а третє – зернові каші та пластівці» [13].

В Україні, як і в інших країнах, спостерігається стабільне зростання обсягів продажів функціональних продуктів. За аналітичними даними, «за період з 2006 по 2010 роки обсяг цього сегменту збільшився на 60% – з 41,2 млрд умовних одиниць до 65,9 млрд» [8]. Прогнози свідчать, що «у найближчі роки ринок зростатиме приблизно на 8% щороку, а до 2015 року загальний обсяг реалізації мав би зрости на 36% порівняно з 2011 роком, сягнувши 98,5 млрд. умовних одиниць» [14, 15].

Розширення виробництва функціональних продуктів є актуальним завданням для української харчової галузі. Створення і впровадження цієї категорії харчових виробів розглядається як один із стратегічних напрямів реалізації державної політики щодо формування здорового харчування населення. Одним із найбільш ефективних заходів у цьому напрямку є збагачення мікронутрієнтами продуктів повсякденного вжитку. «Особливу зацікавленість викликають кондитерські вироби – доступна для широкого кола споживачів продукція, харчова цінність якої, як правило, є низькою» [16]. У багатьох з них повністю відсутні вітаміни, харчові волокна та інші біологічно цінні речовини, що свідчить про необхідність їх збагачення або розробки нових рецептур.

На цей час асортимент функціональних кондитерських виробів на ринку України та за її межами залишається обмеженим, що зумовлює потребу в проведенні цілеспрямованих наукових досліджень з урахуванням останніх досягнень науки про харчування. «Розробка нових формул і вдосконалення існуючих кондитерських виробів є одним із ключових завдань, що стоять перед сучасною кондитерською промисловістю» [17-19].

Основною метою цього заходу «є оптимізація та розширення асортименту функціональних кондитерських виробів, раціональне використання дефіцитної сировини, а також зменшення вмісту цукру, що сприятиме зниженню загальної енергетичної цінності продукції» [3]. Одним із ефективних підходів до розв'язання цієї проблеми є впровадження у виробництво місцевої та нетрадиційної рослинної сировини.

Використання таких ресурсів не лише сприяє збереженню природних запасів, а й відкриває нові можливості для створення продуктів з підвищеною харчовою

цінністю та корисними функціональними властивостями. «Застосування нетрадиційної сировини дозволяє збагачувати кондитерські вироби харчовими волокнами, вітамінами, мінералами та іншими біоактивними компонентами, що позитивно впливає на здоров'я споживачів і відповідає сучасним тенденціям здорового харчування» [20]. Крім того, така сировина може стати важливим чинником зниження собівартості продукції та підвищення її конкурентоспроможності на ринку.

1.2 Топінамбур – перспективна рослинна сировина у виробництві кондитерських виробів

«Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L. – «соняшник бульбоносний») є багаторічною трав'янистою рослиною з великими підземними бульбами, що належить до родини айстрових» [21-25]. В Україні цю культуру часто називають «земляною грушею».

Найближчим родичем топінамбуру є соняшник, однак на відміну від нього, топінамбур формує численні підземні бульби, «колір яких варіюється залежно від сорту – від білого, жовтого та фіолетового до відтінків червоного і світло-коричневого» [25]. «Форма бульб може бути грушоподібною, яйцеподібною, довгасто-овальною або веретеноподібною, з нерівною поверхнею. Кожна рослина здатна утворювати від 20 до 30 клубнів» [26]. Маса окремої бульби коливається в межах від 10 до 100 г залежно від сорту та умов вирощування.

Через відсутність пробкового шару бульби топінамбуру при неправильному зберіганні швидко втрачають вологу і в'януть. Водночас ці бульби відзначаються високою стійкістю до низьких температур і заморозків – вони можуть багаторазово замерзати і відтавати, не втрачаючи життєздатності. «Невикопані бульби здатні зберігатися під сніговим покривом товщиною від 0,2 до 1,0 м навіть при температурах повітря від -34 до -54 °C» [27].

«Урожайність топінамбуру досить висока – від 200 до 600 центнерів з гектара, що робить його однією з найпродуктивніших культур» [28]. Відомий

вчений Вавілов Н.І. охрестив топінамбур «рослиною-богатирем» за його витривалість і врожайність.

Хімічний склад бульб топінамбуру варіюється залежно від сорту, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, агротехнічних прийомів, а також термінів збору врожаю (весна чи осінь) і змінюється в процесі зберігання.

«Бульби топінамбуру мають унікальний хімічний склад, оскільки містять майже всі речовини, необхідні для нормального функціонування людського організму» [29].

Таблиця 1.1 – Середній хімічний склад бульб топінамбуру [29]

Найменування показника	Вміст % на суху речовину
Білок	8,83-15,50
Жир	0,40-0,64
Фруктозани:	45,00-80,00
спирторозчинні	21,7-60,00
водорозчинні	12,80-42,60
Пектинові речовини	2,15-5,94
Геміцелюлоза	0,77-2,57
Целюлоза	2,30-6,35
Зола	5,00-9,60

Топінамбур належить до рослинної сировини з відносно високим вмістом білка. «Основна частина білків зосереджена у водо- та солерозчинних фракціях. До складу білків топінамбуру входять 17 амінокислот, серед яких домінують глютамінова та аспарагінова кислоти» [29]. За вмістом лейцину, треоніну, триптофану, фенілаланіну та тирозину білок є достатнім, проте він обмежений за вмістом лізину, що характерно для більшості рослинних білків. «Вміст амінокислот у топінамбурі близький до їхнього рівня у кормовому буряку, але поступається картоплі» [30] (таблиця 1.2).

Українські вчені встановили, що за збалансованістю незамінних амінокислот топінамбур перевершує зерно злакових культур. Зокрема, «у ідеальному протеїні

співвідношення лейцину до лізину дорівнює 1:1, у бульбах топінамбуру цей показник становить 0,96:1, тобто дуже близький до ідеального, тоді як у ячмінному зерні він дорівнює 1,8:1» [30].

Таблиця 1.2 – Амінокислотний склад топінамбуру (% до протеїну)

Амінокислоти	Бульби	Листя + стебло
Лізін	6,7	7,8
Лейцин	8,7	10,9
Валін	8,1	8,1
Треонін	6,2	7,1
Ізолейцин	5,6	6,8
Фенілаланін	6,5	7,8
Тирозін	4,5	4,8
Аргінін	6,9	8,2
Гістидин	2,6	3,0
Метіонін	1,5	2,0
Триптофан	2,9	1,6
Серін	4,2	4,2
Аланін	6,9	6,9
Гліцин	6,5	6,5
Аспарагінова кислота	10,3	10,3
Глютамінова кислота	12,0	12,0

«Цінність топінамбуру визначається вмістом азотистих речовин у межах від 1,04 до 1,37 % на суху речовину, при цьому білковий азот становить до 57,0 % загальної кількості» [15, 31]. Крім того, присутність поліненасичених жирних кислот додатково підвищує його харчову цінність.

Особливістю топінамбуру, яка відрізняє його від інших овочів, є унікальний вуглеводний комплекс. «Він складається з суміші низько- та високомолекулярних фруктозанів, що мають схожі фізіологічні властивості, але різняться за кількістю субодиниць – від 1 до 42-43, і розчиняються у холодній воді» [9]. Гідроліз цього вуглеводного комплексу відбувається інтенсивніше, ніж гідроліз чистого інуліну.

Цей факт має важливе значення, тому при клінічних дослідженнях раціонів із включенням топінамбуру потрібно враховувати склад цукрів, «особливо при призначенні додаткових раціонів через нетривалий проміжок часу після вживання основної частини вуглеводної їжі» [11].

«Теплова обробка топінамбуру призводить до часткового гідролізу інуліну, при цьому ступінь гідролітичних змін зростає за умов підкислення або підлуження середовища, а також при збільшенні тривалості температурного впливу» [32].

За кількісним показником друге місце після фруктозанів посідають полісахариди, що входять до складу клітинних стінок бульб топінамбуру. «До них належать геміцелюлози, пектинові речовини та целюлоза» [3, 8, 15].

Дослідження, проведені у Одеському національному технологічному університеті, виявили зміни вуглеводного комплексу топінамбуру під час зберігання.

«Бульби зберігалися при температурі від +4 до -4°C протягом 90 діб» [6]. Виявлено, що «інулін демонструє вищу стабільність при зберіганні за температури від -2 до -4°C у порівнянні з $0...4^{\circ}\text{C}$, особливо в перший місяць» [31]. Паралельно зі зниженням вмісту інуліну спостерігалось накопичення спирторозчинних вуглеводів, головним чином олігосахаридів.

Серед важливих особливостей топінамбуру — його збалансований мікро- та макроелементний склад. Зокрема, «у ньому зафіксовано підвищений вміст кремнію (до 8 %) та солей заліза, кількість яких у тричі перевищує показники інших коренеплодів» [12].

Дослідний зразок кріопорошку, виготовленого з бульб сорту «Інтерес», містив на 100 г такі мінеральні елементи: «цинк – 3,3 мкг; залізо – 10,1 мг; марганець – 44,0 мг; кальцій – 78,8 мг; магній – 32,7 мг; калій – 138,25 мг; натрій – 17,2 мг» [33].

Вітамінний склад топінамбуру включає вітаміни групи В, каротини та аскорбінову кислоту. Дані про вітамінний склад бульб сортів «Інтерес» та «Знахідка» наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Вітамінний склад бульб топінамбуру

Сорт	Вміст вітамінів, мг %						
	С	В1	В2	В3	В5	В6	В7
«Знахідка»	104,2	-	7,30	6,8	0,9	0,13	24,00
«Інтерес»	104,5	до 1,2	7,30	2,4	0,2	0,16	15,00

«У бульбах топінамбуру загальний вміст органічних кислот коливається в межах 4,0–8,0 % на суху речовину, при цьому частка трикарбонових кислот становить 28,0–44,0 % від загальної кількості. Особливо виділяються маленова та гліцерінова кислоти, які активно впливають на властивості при розтанні» [34]. За даними Б.М. Кахана, загальний вміст кислот у період з листопада по квітень змінюється від 124,0 до 201,0 мл еквівалентів на кг сирої маси, тоді як органічних кислот – від 78,0 до 94,0 мл еквівалентів на кг [34].

«До складу поліфенольних речовин топінамбуру входять хлорогенова кислота, лейкоантоціани, флавоноли, кумарини та інші біоактивні сполуки, що значно підвищують його антиоксидантні властивості (таблиця 1.4)» [31].

Таблиця 1.4 – Зміст поліфенолів у бульбах топінамбуру

Найменування	Поліфеноли, мг/100 г				
	загальні	флавоноли	лейко антоціан	хлорогенова кислота	кумарини
Бульби топінамбуру	230,0	52,0	67,0	81,0	14,0

Як видно з характеристик хімічного складу, бульби топінамбуру є повноцінною сировиною, багатою на полісахариди, мінеральні речовини та вітаміни. Враховуючи позитивний вплив кожної з цих груп компонентів на харчову цінність продуктів, їх дієтичні властивості та потенціал для використання у профілактичних цілях, застосування топінамбуру в різних галузях харчової

промисловості є перспективним напрямом удосконалення виробництва та розширення асортименту харчових продуктів.

Наразі в багатьох містах України активно проводяться дослідження та впровадження топінамбуру у харчову промисловість. «З бульб цієї рослини виготовляють різноманітні напівфабрикати: порошок, сушені шматочки, пюре, концентрований сік та глюкозо-фруктозний сироп» [18]. Розроблені ефективні технології отримання напівфабрикатів із пюре та соку топінамбуру, при цьому встановлено оптимальні умови для повного розщеплення інуліну та супутніх олігосахаридів.

«За допомогою сублімаційного сушіння отримують такі напівфабрикати, як глюкозо-фруктозний сироп та сухі концентрати з високим вмістом цукру з пюре й соку, де масова частка вологи становить 19,0; 14,0 та 10,0 % відповідно, а частка фруктози у редукуючих цукрах сягає 90,0–91,5 %» [25].

В Україні розроблено та впроваджено у виробництво кондитерські вироби «Топінарис» (подібні до гематогену) і «Топівіт» (драже, вафлі, карамель), до складу яких входить біологічно активна харчова добавка – концентрат топінамбуру. Технологія виробництва «Топінарис» передбачає «приготування суміші основних інгредієнтів (цукор, згущене молоко, патока), яку нагрівають до кипіння та уварюють при температурі 110 °С, після чого додають сухий порошок з бульб топінамбуру» [5].

Отриману масу уварюють до 115 °С, після чого охолоджують при постійному перемішуванні до 80 °С, і додають порошок кориці. «При зниженні температури суміші до 60 °С у неї вводять чорний харчовий альбумін. Коли маса досягає 40 °С, її розкочують, наносять рифлення та розрізають на плитки типу «ірис»» [22].

Запропонований спосіб виготовлення кондитерських виробів з лікувально-профілактичними властивостями з використанням топінамбуру базується на застосуванні висушених і подрібнених бульб цієї рослини. «Їх додають у кондитерські маси після варіння, під час охолодження до температури нижче 110 °С: для ірисних мас – на етапі тиражування, для м'яких цукерок – при охолодженні, а для шоколадних виробів – у процесі змішування» [18].

У Харківському державному університеті розроблена технологія виробництва нуги на основі топінамбуру. Для цього бульби миють, очищають і подрібнюють. Подрібнений топінамбур поділяють на мезгу та сік за допомогою центрифугування або пресування. «Мезгу сушать у сушильній шафі при 110–120 °С до вологості 12,0–14,0 %, після чого подрібнюють до порошку з розміром частинок 10–20 мкм» [26]. Сік фільтрують і змішують із патокою, крохмалем, фруктовим есенцією та лимонною кислотою, після чого уварюють при 100 °С протягом 55–60 хв. «Охолоджений до 40 °С сироп змішують із збитими до пишної піни яєчними білками, отриману масу формують у пласт товщиною 20–25 мм на борошні, сушать 3–4 години при 25–30 °С і нарізають на шматочки розміром 20×35 мм» [26].

Існує також спосіб отримання вітамінного мармеладу, що передбачає замочування желуючих компонентів, розчинення цукровмісних і желуючих речовин у воді або водній рідині, варіння сиропу у варильному апараті під тиском пари 3–4 кгс/см² до необхідного вмісту сухих речовин при температурі 40–90 °С, додавання від 1,0 до 70,0 % рослинного компонента – свіжовичавленого або швидкозамороженого соку топінамбуру, ретельне перемішування суміші, формування мармеладної маси та її охолодження.

Розроблено рецептури та технології виготовлення діабетичних цукристих кондитерських виробів двох типів – важкого (нуга) та легкого (суфле) – із застосуванням концентрованого соку топінамбуру (КСТ). «Норми витрати сировини для виробів із використанням соку топінамбуру наведені в таблиці 1.5» [31].

Таблиця 1.5 – Норми витрати сировини, кг

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Нуга		Суфле	
		базова рецептура	на основі КСТ	базова рецептура	на основі КСТ
Цукор	99,85	430,12		550,07	-
Патока	88,00	293,08	380,00	-	-

Продовження табл. 1.5

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Нуга		Суфле	
		базова рецептура	на основі КСТ	базова рецептура	на основі КСТ
Ліщинний горіх	97,50	260,07	-	-	-
Мед натуральний	78,00	45,00	-	-	-
Білок яєчний	12,00	35,01	395,00	124,01	430,00
Ароматизатор «Ванілін»	-	3,00	20,00	3,00	-
Борошно пшеничне	85,50	55,00	55,00	-	-
Концентрований сік топінамбуру	85,00	-	230,00	-	176,00
Фруктоза	20,00	-	-	310,00	620,00
Желатин харчовий	0,78	-	-	45,00	90,20
Молоко цільне сухе	85,00	-	-	400,21	-
Вихід	-	1000,00		1000,00	

«Концентрований сік топінамбуру у складі таких виробів виконує не лише роль природного підсолоджувача, але й джерела біологічно активних речовин, що позитивно впливають на метаболічні процеси в організмі» [31]. Завдяки вмісту інуліну, олігосахаридів, мінералів і вітамінів, ці вироби можуть бути рекомендовані як частина раціону людей, які дотримуються дієти з обмеженням швидких вуглеводів, зокрема для осіб, хворих на цукровий діабет. Розроблені технології передбачають використання КСТ на стадіях приготування сиропної частини, збивання білкової маси та формування кінцевого продукту, що забезпечує стабільність структури і високі споживчі властивості готової продукції.

1.3 Натуральний мед як біологічно цінний компонент кондитерських виробів

Наразі харчові технології розвиваються з урахуванням зростаючого впливу концепції здорового харчування. З точки зору сучасної науки, мед вважається продуктом, що відповідає принципам здорового харчування, «оскільки його регулярне включення до раціону осіб різного віку сприяє зниженню ризику

виникнення харчозалежних захворювань, а також підтримці й покращенню загального стану здоров'я завдяки вмісту біологічно активних та функціональних харчових компонентів» [35].

За рівнем медопродуктивності бджолиних сімей Україна входить до числа провідних країн світу, а найбільш продуктивними регіонами України є, наприклад, Полтавська або Вінницька область – які є серед найбільш медозбірних в країні. Їх внесок у загальний обсяг виробництва меду в Україні є вагомим.

«У 2010 році обсяги виробництва меду в Україні становили близько 109 тис. тонн, однак експерти галузі відзначають, що національний потенціал дозволяє нарощувати виробництво до 1 млн тонн, тобто використовуються лише близько 10 % можливостей бджільництва» [36-38].

Застосування натурального меду у створенні функціональних харчових продуктів має значні перспективи, особливо з урахуванням відносно низького рівня його споживання порівняно з країнами Європейського Союзу. «Наприклад, у Німеччині на одну особу припадає близько 5 кг меду, в середньому по ЄС – 3,5 кг, тоді як в Україні цей показник становить лише близько 350 г» [35]. Це створює передумови для активного просування меду не лише як самостійного продукту, а й як цінного інгредієнта для промислової переробки.

Відповідно до міжнародного стандарту на мед, розробленого Комісією Codex Alimentarius в рамках програми ФАО/ВООЗ з харчових стандартів, натуральний мед – це природний солодкий продукт, утворений медоносними бджолами з нектару квіткових рослин або з паді й медяної роси, зібраної з листя. «У процесі збирання нектару бджоли виділяють секрет нижньощелепних залоз, завдяки чому нектар втрачає частину вологи, збагачується ферментами та органічними кислотами. Дозрівання відбувається у стільниках, де нектар трансформується у готовий продукт – мед» [35].

Через поєднання рослинного та тваринного походження хімічний склад меду залежить як від ботанічної приналежності пилку, так і від складних ферментативних перетворень нектару під впливом секретів бджіл. «Тому встановити точний якісний і кількісний склад меду неможливо» [36, 37].

«Основу сухої речовини меду становлять вуглеводи, частка яких коливається в межах 95–99 %. У переважній більшості це прості цукри – глюкоза та фруктоза» [35].

Властивості моносахаридів, що входять до складу меду, зумовлюють його основні органолептичні та функціональні характеристики – солодкість, енергетичну цінність, здатність до кристалізації, а також гігроскопічність. Крім того, «у меді ідентифіковано близько 25 видів олігосахаридів, значну частину з яких становлять дисахариди, зокрема сахароза, мальтоза, трегалоза, тураноза. Також виявлено інші представники цього класу, зокрема паноза, 1-кетоза, 6-кетоза, палатіноза» [36].

Попри високий вміст вуглеводів, дослідження показали, що різні сорти меду чинять неоднаковий вплив на рівень глюкози в крові. «Глікемічний індекс меду коливається в широкому діапазоні – від 32 до 91 одиниці» [38]. Спостерігається обернена залежність між вмістом фруктози та глюкози в медах, однак достовірного зв'язку між глікемічним індексом та іншими цукрами не виявлено. Мед має помірний вплив на рівень глюкози та інсуліну в крові.

«У складі меду присутні близько 0,5 % білкових речовин, переважно у вигляді ферментів і вільних амінокислот. Ліпіди в меді практично відсутні» [35]. Основні ферменти, що містяться в продукті, – це діастаза (амілаза), яка каталізує розщеплення крохмалю і глікогену до простих цукрів; інвертаза, яка перетворює сахарозу на глюкозу і фруктозу; глюкозооксидаза, яка з глюкози утворює глюконову кислоту та перекис водню.

Ферментативні компоненти відіграють ключову роль у формуванні, дозріванні та подальших змінах складу меду, а також є показниками його натуральності та якісних характеристик.

«На активність ферментів у меді негативно впливає теплова обробка. Зокрема, при нагріванні продукту вище 50 °C спостерігається різке зниження активності діастази та інвертази, хоча інші зміни у складі продукту не відбуваються» [39].

Глюкозооксидаза відповідає за утворення в меді перекису водню, тоді як інші ферменти здатні нейтралізувати його. Антимікробна дія меду особливо виражена щодо грампозитивної мікрофлори, зокрема завдяки наявності ферментів та речовин, характерних для таких ботанічних джерел, як акація і конюшина.

«Небілкові азотисті речовини меду представлені переважно амінокислотами та амінами, загальна кількість яких сягає 23, і становлять вони близько 10–15 % від загального вмісту азотистих сполук. У складі меду також виявлено наявність алкалоїдів, зокрема морфіну, кофеїну, стрихніну та інших» [38].

Вітаміни в меді наявні у незначних кількостях. «Найчастіше виявляють нікотинову та пантотенову кислоти, піридоксин (B₆), рибофлавін (B₂), тіамін (B₁), біотин, фолієву кислоту та аскорбінову кислоту (C)» [37]. Незважаючи на їх низький вміст, сумісна дія з цукрами (глюкозою, фруктозою), «мінеральними речовинами, органічними кислотами та іншими біологічно активними компонентами підсилює їхній фізіологічний ефект» [40].

Мінеральний склад меду включає макроелементи (калій, натрій, кальцій, магній, залізо, фосфор тощо) та мікроелементи (алюміній, мідь, марганець, свинець, цинк тощо). Варто зазначити, що темні сорти меду характеризуються вищим вмістом мінеральних речовин порівняно зі світлими. Примітним є те, що «мікроелементи в меді присутні в такому ж співвідношенні, як і в крові людини, що забезпечує його легке засвоєння та сприяє високим дієтичним і харчовим властивостям» [35].

«Органічні кислоти, виявлені в меді, включають яблучну, молочну, глюконову, лимонну, янтарну, винну, щавлеву, малонову та мурашину. Показник титрованої кислотності меду змінюється в межах 0,12–1,2 % залежно від сорту та умов зберігання» [37].

З часом, у процесі зберігання або переробки, глюкоза в меді під впливом ферментативної активності частково розщеплюється, утворюючи глюконову кислоту, що призводить до підвищення кислотності продукту. Зростання кислотності може свідчити про початок бродіння, яке супроводжується утворенням

оцтової кислоти, або ж бути наслідком штучної інверсії сахарози за участі кислот – у випадку з фальсифікованим медом.

«Ароматичні властивості меду формуються в залежності від його ботанічного походження і обумовлюються вмістом летких сполук – спиртів, альдегідів, кетонів, кислот та ефірів спиртів» [39]. Саме ця композиція визначає характерний аромат різних сортів натурального меду.

У складі меду ідентифіковано близько 200 ароматичних речовин, що обумовлюють його характерний запах і смакові властивості. «Загальна кількість летких компонентів, виявлених у різних сортах меду, перевищує 500. Серед цих сполук особливе значення мають поліфеноли (у концентраціях від 56,0 до 500,0 мкг/кг), до яких належать переважно флавоноїди – кверцетин, лютеолін, кемпферол, апігенін, хризин, а також фенольні кислоти та їх похідні» [36]. Вміст флавоноїдів у меді може змінюватися в межах 60,0–460,0 мкг на 100 г продукту.

Мед характеризується вираженою антиоксидантною активністю, яка зумовлена вмістом аскорбінової кислоти, глюкозооксидази, каталази, фенольних кислот, флавоноїдів, органічних кислот, каротиноїдних сполук, білків та амінокислот. Встановлено суттєвий зв'язок між антиоксидантними властивостями меду та його впливом на ліпопротеїни в плазмі крові людини *in vitro*.

Крім того, мед виявляє пребіотичні властивості щодо трьох видів лактобактерій, виділених з кишечника людини. «На відміну від сахарози, він стимулює розвиток *Lactobacillus acidophilus* і *Lactobacillus plantarum* як *in vivo* (у тонкому та товстому кишечнику щурів), так і *in vitro*» [35]. Завдяки поєднанню бактерицидної та протизапальної дії мед є ефективним у терапії захворювань шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи та інших патологій.

Уявлення про речовини, що відповідають за антимікробні властивості меду, постійно уточнюються відповідно до нових наукових досліджень. «Антибактеріальна активність меду обумовлена його фізико-хімічними властивостями: високим осмотичним тиском, кислим середовищем, а також наявністю біологічно активних речовин як рослинного, так і тваринного походження» [38]. Розмноження мікроорганізмів у меді гальмується під дією

фітонцидів, ефірних олій, флавоноїдів, а також абсцизової та бензойної кислот, що надходять у мед з нектару рослин.

Окремим фактором бактерицидності меду є β -оксидеценова кислота, яка синтезується глотковими та верхньощелепними залозами бджіл. Крім того, у меді, як і в травному тракті та отруті бджіл, присутній фермент лізоцим (мурамідаза), який також бере участь у пригніченні розвитку мікроорганізмів.

Лізоцим є ферментом, що здатний руйнувати полісахариди клітинних стінок бактерій, викликаючи їхній лізис, або ж пригнічувати ріст окремих мікроорганізмів без повного руйнування клітини. Встановлено суттєву відмінність у рівні бактерицидної активності між стільниковим та центрифужним медом, що пов'язано з вмістом лізоциму. Так, «в акацієвому стільниковому меді концентрація цього ферменту досягає 15,0 мкг/мл, тоді як у центрифужному акацієвому меді вона становить менше 2,0 мкг/мл» [24].

У стандартизованих рецептурах кондитерських виробів мед застосовується переважно заради його виражених смако-ароматичних властивостей. Раніше його також використовували для запобігання кристалізації цукрів у процесі виготовлення продукції, однак нині цю функцію здебільшого виконують більш доступні за ціною інвертний цукор або крохмальна патока.

«У таких виробах, як карамель, нуга, монтелімар, кокосові цукеркові пасти та помадні цукерки, смак меду чітко відчутний, але його інтенсивність можна посилити шляхом додавання медового ароматизатора – одного з численних доступних синтетичних ароматичних компонентів» [16].

Наявність натурального меду у складі харчового продукту надає йому додаткової рекламної цінності. Навіть за відсутності підтверджених корисних властивостей, сама згадка меду серед інгредієнтів або відповідна візуалізація на упаковці формує у споживача уявлення про високу якість продукту. Це пов'язано з асоціаціями меду з натуральністю, користю для здоров'я та традиційністю. Саме тому мед широко використовується не лише як смако-ароматична добавка, а й як ефективний інструмент маркетингу, що підвищує привабливість кондитерських виробів в очах покупців.

1.4 Існуючі технології концентрування плодових та овочевих пюре

Як відомо, «у формуванні функціонального харчування важливу роль відіграють фрукти та овочі, які є джерелом вуглеводів, органічних кислот, вітамінів, мінеральних елементів, харчових волокон тощо» [21].

Однак застосування фруктових і овочевих пюре у харчовому виробництві обмежується їх коротким терміном зберігання, що обумовлює необхідність використання консервантів для подовження стабільності продукції. Це, у свою чергу, призводить до збільшення собівартості та зниження харчової цінності готових виробів. «Значний вміст води у пюре потребує додаткової технологічної обробки, впливає на масу і об'єм, що ускладнює транспортування та потребує використання великогабаритної тари» [41].

Оптимальним рішенням цих технологічних труднощів є концентрування плодовоовочевої сировини. «Сучасні методи її переробки передбачають дотримання режимів, які дозволяють максимально зберегти біологічну цінність сировини та отримати продукти з високим вмістом сухих речовин (50–65 %), зокрема концентровані фруктові та овочеві пасти, що характеризуються високою харчовою цінністю» [42].

Відповідно до Міждержавного стандарту Р 52467-2005 «Продукти переробки фруктів, овочів та грибів. Терміни та визначення», концентрована фруктова або овочева паста — це консервовані продукти, виготовлені із цілих або очищених свіжих чи швидкозаморожених фруктів або овочів, оброблених згідно з нормативною технологією і уварених до вмісту сухих речовин не менше 25 %. «Для овочевих паст допускається додавання солі або її відсутність» [25].

Концентровані фруктові та овочеві пасти характеризуються гомогенною пастоподібною структурою, зберігаючи аромат, смак і колір пюре, з яких вони виготовлені.

«За реологічними показниками такі пасти, як і вихідні фруктові та овочеві пюре, належать до структурно-в'язких або пластичних продуктів із переважно тіксоотропними властивостями, тобто є неньютонівськими рідинами. Ці

особливості структури впливають на їх поведінку під час теплового концентрування» [42-45].

Концентрована фруктова паста може слугувати сировиною або напівфабрикатом для виробництва нектарів із м'якоттю, морозива, кремів, фруктових йогуртів, кондитерських виробів, дитячого харчування тощо.

Пасти містять як розчинні, так і нерозчинні у воді компоненти вихідної сировини, за винятком відходів, що утворюються при очищенні та протиранні. Таким чином, «концентровані пасти зберігають більшу кількість речовин, пов'язаних із плодовою м'якоттю (наприклад, барвники, вітаміни, пектини, целюлозу), що робить їх більш цінними з точки зору харчової фізіології у порівнянні з неконцентрованими пюре» [46].

Поява наведених проблем пояснюється тим, що фруктові та овочеві пасти, залежно від вмісту м'якоті, мають чітко виражені структурно-в'язкі або псевдопластичні властивості і під час концентрування утворюють дуже в'язку та клейку масу вже на початкових етапах процесу, тобто при відносно низькому ступені концентрації. «Це призводить до значного зниження або навіть повного припинення випаровування вологи. З підвищенням температури маса починає підгоряти, що супроводжується зміною кольору та смаку продукту» [47].

Успішність виробництва плодовоовочевих паст високої якості методом теплового концентрування пюре значною мірою залежить від його вихідних характеристик. Найважливішими факторами є вміст м'якоті та пектинів, співвідношення м'якоті до рідкої фази, а також динамічна в'язкість рідкої фази. Ці показники «суттєво впливають на стабільність пюре, але одночасно можуть спричиняти значні труднощі під час теплового концентрування. Щоб уникнути цих проблем, параметри пюре з різних фруктів і овочів слід знати або визначати перед початком процесу концентрування» [48].

«Фруктові та овочеві пюре зі співвідношенням м'якоті до рідкої фази менше 0,5 та динамічною в'язкістю сироватки меншою за 7 мПа·с (наприклад, пюре томатів, вишні, паприки) концентруються без значних ускладнень до вмісту сухих речовин близько 40 %. Пюре зі співвідношенням м'якоті до рідкої фази 0,5–1,2 та

динамічною в'язкістю 7–20 мПа·с, яке характеризується менш вираженими структурно-в'язкими та здебільшого пластичними властивостями (пюре полуниці, малини, моркви), можна концентрувати до 30–32 % сухих речовин за допомогою спеціального обладнання» [48].

Фруктові та овочеві пюре з високим вмістом м'якоті, у яких співвідношення м'якоті до рідкої фази зазвичай становить 1,4–2,0, а динамічна в'язкість рідкої фази сягає 24–160 кПа·с і більше, відзначаються яскраво вираженими пластичними властивостями (пюре абрикоса, сливи тощо).

На сьогодні концентрування таких пюре здійснюється на установках нових типів – пластинчастих та спеціальних апаратах із низхідним потоком рідини. «Максимальний вміст сухих речовин у концентрованих пастах із цих продуктів становить 25–28 %» [42].

Найпоширенішими установками для концентрування фруктових пюре є «апарати з низхідним потоком рідини та механічним перемішуванням плівки, а також автоклави з паровим обігрівом і спеціальними мішалками» [48]. В обох випадках коефіцієнт теплопередачі значно знижується зі зростанням ступеня концентрування через пластичні властивості фруктового пюре. Це призводить до зменшення випаровування вологи і, як наслідок, незадовільного концентрування продукту.

У дослідженнях концентрування сливового соку з м'якоттю виконували, «спочатку видаляючи велику фракцію за допомогою ситової центрифуги, а потім концентруючи отриманий сік із дрібнодисперсною фракцією до 65 % сухих речовин у двох комбінованих установках (зокрема апараті Luwa), одночасно зберігаючи ароматичні сполуки» [46].

«Серед успішних розробок у сфері концентрування виділяються установка Wurling із швидкообертним міхом та ротаційний апарат зі спіральною трубою, що обертається [47].

Виробництво концентрованих фруктових і овочевих паст також можливе за методом поділу фаз. Цей принцип уперше було описано в роботі [41], де при обробці томатного соку в центрифугі відокремлювалася тверда фаза (плодова

м'якоть) від рідкої – так званого «сироваткового соку». Отриманий сік концентрували в тонкоплівковому апараті, після чого змішували з раніше відокремленою м'якоттю. «Завдяки методу «сироваткового» поділу фаз концентрований томатний сік мав вищу якість за кольором та ароматом у порівнянні з продуктом, виготовленим традиційним способом прямого концентрування томатного соку» [42].

1.5 Мета і завдання дослідження

В результаті проведеного огляду науково-технічної літератури обґрунтовано і сформульовано основну мету дослідження – використання пасти з бульб топіамбуру та меду для виробництва желейного мармеладу підвищеної харчової, зниженої енергетичної цінності та цукроємності, зі збільшеним терміном зберігання.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- 1) провести дослідження властивостей желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топіамбуру;
- 2) дослідити властивості желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топіамбуру в процесі зберігання;
- 3) виконати дослідження властивостей желейного мармеладу з додаванням меду натурального;
- 4) провести дослідження процесу отримання желейного мармеладу на основі натурального меду та концентрованої пасти з топіамбуру.

Висновки по розділу.

У розділі наведено теоретичне обґрунтування доцільності використання натуральних рослинних компонентів при розробленні функціональних кондитерських виробів.

Встановлено, що сучасна концепція харчування передбачає зростаючий попит на функціональні продукти, збагачені біологічно активними речовинами, які

сприяють зміцненню імунітету, нормалізації метаболізму та профілактиці захворювань.

Визначено доцільність застосування топінамбуру як функціонального інгредієнта у складі кондитерських виробів завдяки його високому вмісту інуліну, мінералів, вітамінів і антиоксидантів. Його технологічні властивості також сприяють покращенню структури та збереженню вологоутримувальної здатності продукції.

Обґрунтовано переваги використання натурального меду як компонента з вираженими смако-ароматичними, функціональними та маркетинговими властивостями. Мед не лише підвищує харчову цінність виробів, а й покращує їх привабливість для споживачів завдяки асоціаціям із натуральністю, користю та традиційністю.

Проаналізовано сучасні підходи до концентрування плодових і овочевих пюре, зокрема технології теплового уварювання, поділу фаз і використання низькотемпературних апаратів. Показано, що консистенційні властивості пюре, зумовлені вмістом м'якоті та пектинових речовин, суттєво впливають на ефективність процесу концентрування та якість кінцевого продукту. Зазначено, що для пюре з високою в'язкістю необхідне використання спеціалізованого обладнання або попереднє розділення фаз.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти дослідження

Дослідження сировини, напівфабрикатів і готових кондитерських виробів здійснювали в лабораторних умовах кафедри харчових технологій ДДАЕУ, Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК «Biosafety Center», у виробничих умовах ТОВ «Кріоліт Д».

1. Топінамбур свіжий, бульби: ДСТУ 8046:2015 – Топінамбур (земляна груша) свіжий. Технічні умови;
2. Стевіозид: ДСТУ 4929:2008 – Стевія. Сировина для виробництва харчових продуктів. Технічні умови;
3. Мед натуральний: ДСТУ 4497:2005 – Мед натуральний. Технічні умови;
4. Цукор-пісок: ДСТУ 4623:2023 – Цукор. Технічні умови;
5. Крохмальна патока: ДСТУ 4498:2005 – Патока крохмальна. Технічні умови;
6. Агар харчовий: ГОСТ 16280-2002 – Агар харчовий. Технічні умови;
7. Кислота лимонна харчова: ДСТУ ГОСТ 908:2006 – Кислота лимонна моногідрат харчова. Технічні умови;
8. Вода питна: ДСТУ 7525:2014 – Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості;
9. Вода дистильована: ДСТУ ISO 3696:2003 – Вода для застосовування в лабораторіях. Вимоги та методи перевіряння.

2.2 Методи дослідження

Для аналізу сировини, напівфабрикатів та готових виробів застосовували органолептичні, хімічні, фізичні та мікробіологічні методи дослідження. Зовнішній вигляд, смак, колір, запах, консистенцію, форму, поверхню, вигляд у

зламі готових кондитерських виробів визначали органолептично згідно з ДСТУ 4683:2006 «Вироби кондитерські. Методи органолептичної оцінки якості».

«Визначення вмісту цукрів у бульбах топінамбуру та продуктах його переробки проводили за методикою, заснованою на взаємодії карбонільних груп цукрів у лужному середовищі з калій ферицинідом (залізосинеродистим калієм) та подальшим вимірюванням оптичної густини розчину за допомогою фотоелектроколориметра» [6].

Аналіз виконували згідно з ДСТУ ISO 22184:2009 «Продукти харчові. Метод визначення цукрів за допомогою високоефективної рідинної хроматографії», що є актуальним нормативним документом для визначення вмісту моно- та дисахаридів.

Масову частку редукуючих речовин у готових кондитерських виробах визначали ферицинідним методом, який базується на відновленні надлишку фериціаніду розчином глюкози у присутності індикатора метиленового блакитного до його знебарвлення. Дослідження проводили відповідно до ДСТУ 4954:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення масової частки редукуючих речовин».

«Титровану та активну кислотність сировини, напівфабрикатів і готових кондитерських виробів визначали титриметричним та потенціометричним методами відповідно до» [6]:

- ДСТУ 4955:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності»,
- ДСТУ ISO 750:2005 «Продукти переробки фруктів та овочів. Метод визначення титрованої кислотності».

Вміст інуліну в бульбах топінамбуру та продуктах його переробки визначали за модифікованим методом, адаптованим з розробки ДП «НДІ фармації МОЗ України». «Метод ґрунтується на вибірній розчинності інуліну у воді (і нерозчинності в 96% спирті), тоді як фруктозиди розчиняються в обох середовищах. Розрахунок вмісту інуліну здійснювали за різницею між концентраціями загальних водорозчинних цукрів і тих, що екстрагуються спиртом» [6].

Вологість рослинної сировини та продуктів її переробки визначали методом висушування до постійної маси з використанням інфрачервоного вологоміра FD-610 виробництва компанії Kett (Японія), що зображений на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Вологомір FD-610

Даний прилад призначений для визначення масової частки вологи (%) у зразках різної консистенції (сипких, волокнистих, пастоподібних) шляхом нагрівання інфрачервоним випромінюванням. «Визначення проводиться шляхом фіксації зміни маси зразка в процесі сушіння, що дозволяє забезпечити точність та повторюваність результатів. Метод відповідає загальній методиці визначення вологості відповідно до ДСТУ ISO 712:2010 «Зернові та продукти переробки. Визначення вологості» (з адаптацією до специфіки досліджуваної сировини)» [6].

Дослідження динамічної в'язкості продуктів переробки рослинної сировини до та після ферментативної обробки проводили за допомогою синусоїдального вібровіскозиметра SV-10 виробництва A&D Company Ltd. (Японія), наведений на рисунку 2.2.

«Принцип дії вібровіскозиметра полягає у вимірюванні потужності, необхідної для підтримання синусоїдальних коливань двох сенсорних пластин з фіксованою частотою 30 Гц та амплітудою близько 1 мм» [6]. В'язкість рідини розраховується на основі опору, який чинить середовище цим коливанням. Завдяки низькій амплітуді сенсори практично не впливають на структуру зразка, що

дозволяє досліджувати неньютонівські рідини, а також рідини з наявністю повітряних бульбашок без їх руйнування.



Рисунок 2.2 – Вібровіскозиметр SV-10

Прилад оснащено вбудованим температурним датчиком, що забезпечує одночасне вимірювання температури зразка, що є особливо важливим для контролю умов дослідження. Конструкція вібровіскозиметра дозволяє здійснювати тривалі безперервні вимірювання без перегріву зразка, що гарантує стабільність отриманих даних.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти здійснювали на основі її відновних властивостей. «У реакції з йодом аскорбінова кислота окиснюється до дегідроаскорбінової. Для аналізу зважували 20 г досліджуваного зразка, який розчиняли в 50 мл дистильованої води за безперервного перемішування. Після повного розчинення розчин фільтрували» [6].

Із отриманого фільтрату відбирали 20 мл для подальшого аналізу. Його титрували розчином йоду концентрацією 0,02 моль/дм³, додаючи титрант малими порціями (по 0,02 мл). В процесі титрування за допомогою амперметра реєстрували величину дифузійного струму. «Завершення титрування визначали за досягненням сталого значення струму. За отриманими даними будували криву титрування в координатах $I - f(V_t)$, де визначали точку еквівалентності та об'єм титранту, витраченого на реакцію з аскорбіновою кислотою» [6].

Масову частку аскорбінової кислоти в зразку (мг/100 г) обчислювали за відповідною розрахунковою формулою:

$$m = \frac{c(l_2) \cdot (V(l_2) - V_k) \cdot M(1/2(C_6H_8O_6))}{m_n} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де $c(l_2)$ – молярна концентрація еквівалента розчину йоду, моль/дм³;

$V(l_2)$ – об'єм розчину титранту, витраченого на титрування, мл;

V_k – об'єм розчину титранту, витраченого на титрування контролю, мл;

m_n – навішування аналізованої речовини, г;

$M(1/2(C_6H_8O_6))$ – молярна маса еквівалента аскорбінової кислоти, г/моль.

«Дослідження основних мікробіологічних показників напівфабрикатів та готових кондитерських виробів здійснювали згідно зі стандартними методиками мікробіологічного аналізу» [6]. До процедури належали підготовка зразків, висівання їх на відповідні поживні середовища, інкубування мікроорганізмів за визначених температурних умов та подальший підрахунок колоній за ключовими мікробіологічними показниками.

Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів визначали відповідно до ДСТУ ISO 4833-1:2014 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку кількості мезофільних аеробних бактерій. Частина 1. Метод за підрахунком колоній при 30 °С.

Кількість дріжджів і плісневих грибів визначали згідно з ДСТУ ISO 21527-1:2009 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку дріжджів і плісень. Частина 1. Метод при використанні середовища з низькою активністю води.

Висновки по розділу.

На підставі проведених досліджень встановлено, що для оцінювання якості сировини, напівфабрикатів та готових зразків желейного мармеладу доцільно застосовувати комплекс органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та інструментальних методів. Органолептичні показники визначали відповідно до

ДСТУ 4910:2008, хімічні – згідно з чинними ДСТУ для харчових продуктів, зокрема для цукрів, кислотності та вмісту води. Оцінювання реологічних властивостей проводили за допомогою сучасних вимірювальних приладів, що забезпечує високу точність результатів, зокрема для динамічної в'язкості та вологоутримуючої здатності.

Мікробіологічний контроль охоплював визначення загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (ДСТУ ISO 4833-1:2014), а також дріжджів і плісень (ДСТУ ISO 21527-1:2009), що дозволило оцінити санітарно-гігієнічну безпечність отриманих зразків. Встановлено, що поєднання концентрованої пасти топінамбуру з натуральним медом як функціональних інгредієнтів дозволяє отримати продукт із нижчою енергетичною цінністю, покращеним складом макронутрієнтів і задовільними органолептичними властивостями, що підтверджується результатами лабораторних досліджень.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження властивостей желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру

На підставі аналізу літературних джерел [19, 25, 31-34] та отриманих даних було визначено рецептуру желейного мармеладу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Дослідна рецептура желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру

Найменування сировини	Мас. частка сухих речовин сировини, %	Витрата сировини на 1т готового продукту, кг	
		в натурі	у СР
Концентрована паста з топінамбуру	55,00	305,10	167,80
Патока	78,00	305,10	238,00
Агар харчовий	85,00	12,20	10,40
Стевіозид	96,00	1,80	1,70
Лимонна кислота	98,00	9,80	9,60
Вода	-	366,60	-
Разом	-	1000,0	427,50

Особливість технології одержання желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру полягає у відсутності стадії уварювання желейної маси, внаслідок чого готовий виріб характеризується підвищеним вмістом вологи. Однак використання інноваційного для кондитерської промисловості способу формування за допомогою вакуумного шприца в полімерну бар'єрну оболонку сприяє збереженню властивостей желейного мармеладу та виключенню ряду традиційних технологічних операцій, таких як сушіння, обсипання цукром та упаковка.

На першому етапі дослідження було проведено аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників експериментальних зразків мармеладу, результати представлені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру

Найменування показників	Характеристика
Смак та запах	солодкий фруктовий смак, фруктовий запах
Колір	кремовий
Консистенція	студнеподібна
Поверхня	гладка злегка волога
Масова частка вологи, %	57,25
Масова частка редукуючих речовин, %	10,75
Титрована кислотність, град	17,95

Як видно з табл. 3.2, желейний мармелад, виготовлений з використанням концентрованої пасти топінамбуру, має антиоксидантну активність на рівні 17,82 мг кверцетину в перерахунку на 100 г продукту. Формування антиоксидантних властивостей пояснюється наявністю у складі пасти органічних кислот та вітаміну С.

Вміст вітаміну С у зразках мармеладу, розробленого з додаванням концентрованої пасти з топінамбуру, становив 8,35 мг на 100 г продукту. Для визначення цього показника застосовували метод амперометричного титрування.

Окрім цього, додавання до рецептури желейного мармеладу концентрованої пасти з топінамбуру сприяє його збагаченню цінним пребіотиком – інуліном.

3.2 Дослідження властивостей желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру в процесі зберігання

У процесі зберігання харчових продуктів можуть відбуватись фізико-хімічні та мікробіологічні зміни, а також неферментативні реакції, що негативно позначаються на їхніх органолептичних та якісних характеристиках. З урахуванням цього факту було проведено дослідження впливу типу упаковки та пакувального матеріалу на зміну якісних показників желейного мармеладу, виготовленого з

додаванням концентрованої пасти з топінамбуру, протягом періоду зберігання тривалістю 180 діб за температури 18–22 °С.

Для дослідження зразки мармеладу були сформовані в непрозору полімерну бар'єрну оболонку з подальшим герметичним пакуванням методом термоспаю. Контрольним зразком слугував желейний мармелад, виготовлений на основі тієї ж концентрованої пасти з топінамбуру, але сформований шляхом заливання у силіконові форми без подальшої герметизації.

У ході дослідження виявили зміну органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників аналізованих зразків мармеладу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Зміна властивостей желейного мармеладу при зберіганні

Найменування показників	Мармелад на основі концентрованої пасти з топінамбуру					
	контроль			дослід		
Органолептичні показники						
Смак та запах	солодкий фруктовий смак, фруктовий запах					
Колір	кремовий					
Консистенція	студнеподібна					
Поверхня	гладка, злегка волога/гладка, підсушена			гладка злегка волога		
Фізико-хімічні показники						
Масова частка вологи, %	57,25	36,70	32,1	57,25	56,60	56,10
Масова частка - редукуючих речовин, %	10,75	11,47	12,36	10,75	10,80	10,86
Титрована кислотність, град	17,90	18,60	19,10	17,90	18,00	18,08

Результати досліджень показали, що протягом усього терміну зберігання органолептичні властивості зразків желейного мармеладу, запакованих у полімерну бар'єрну оболонку, залишалися стабільними. Через 180 діб зберігання ці зразки не відрізнялися за зовнішнім виглядом, консистенцією, смаком і запахом від щойно виготовленого мармеладу. Натомість контрольні зразки, які не були

герметично запаковані, набули на поверхні підсушеної скоринки та виявляли ознаки мікробіологічного псування.

Використання полімерної бар'єрної упаковки значно зменшило втрати вологи в мармеладі під час зберігання. Наприкінці досліджуваного періоду вміст вологи в експериментальних зразках знизився лише на 2 %, тоді як у контрольних – на 25,9 %. Це свідчить про ефективність такої упаковки у збереженні вологості продукту та попередженні його пересихання.

Що стосується фізико-хімічних змін, у зразках, герметично упакованих у полімерну оболонку, протягом зберігання спостерігалось лише незначне підвищення масової частки редукуючих речовин та титрованої кислотності. Це свідчить про стабільність складу продукту і дозволяє рекомендувати використання подібної упаковки для продовження терміну зберігання мармеладу без втрати якості.

Желейний мармелад з додаванням концентрованої пасти з топінамбуру відзначається підвищеним вмістом вітаміну С, що підвищує його харчову цінність. У ході досліджень було проведено оцінку збереження цього вітаміну протягом тривалого зберігання у полімерній бар'єрній непрозорій упаковці (рис. 3.1).

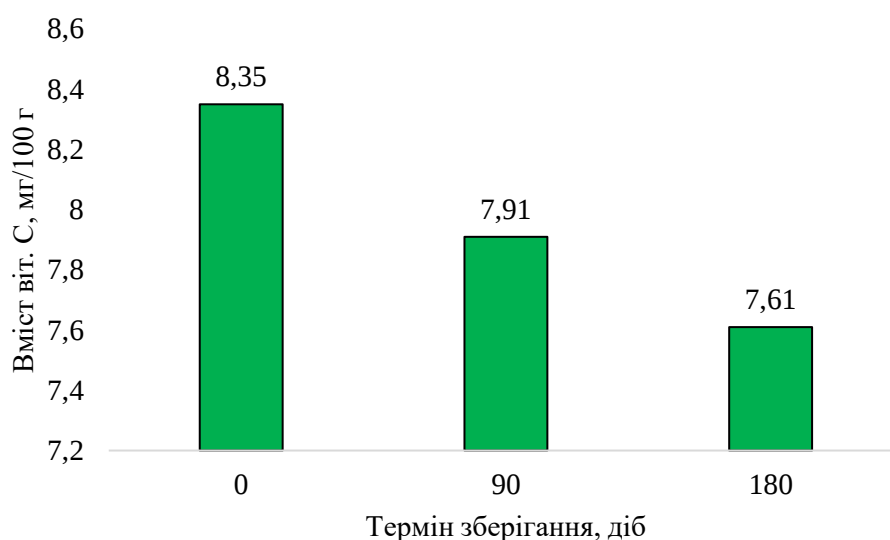


Рисунок 3.1 – Зміна вмісту вітаміну С у зразках желейного мармеладу, відформованих в оболонку

Результати показали, що через 180 діб зберігання вміст вітаміну С зменшився на 7,61 мг на 100 г продукту, що свідчить про відносно добру стабільність вітаміну за умов правильного пакування.

Поряд з цим досліджували також зміну антиоксидантної активності желейного мармеладу в процесі зберігання. Через 90 діб цей показник становив 17,82 мг кверцетину на 100 г продукту, а наприкінці терміну зберігання – 14,44 мг/100 г. Незважаючи на деяке зниження, показник залишався досить високим, що свідчить про здатність мармеладу зберігати антиоксидантні властивості протягом півроку.

Використання полімерної бар'єрної упаковки відіграє важливу роль у збереженні біологічно активних речовин, зокрема вітаміну С та антиоксидантів. Така упаковка значно уповільнює окислювальні процеси, сприяючи збереженню поживної цінності продукту при зберіганні.

У ході досліджень вивчали мікробіологічну стійкість желейного мармеладу, виготовленого з використанням концентрованої пасти з топінамбуру (табл. 3.4). Було проведено визначення загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) згідно з Міждержавним стандартом 10444.15, а також кількості цвілевих грибів і дріжджів відповідно до вимог Міждержавного стандарту 10444.12.

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники мармеладу

Мікробіологічні показники	Вимоги СанПіН 2.3.2.1078-01	Мармелад на основі концентрованої пасти з топінамбуру					
		контроль			дослід		
		0	90	180	0	90	180
Кількість мезофільних аеробних та факультативно - анаеробних мікроорганізмів. КУО/г, не більше	$1 \cdot 10^3$	менше $1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$		
Дріжджі, КУО/г, не більше	50	0	20	40	відсутні		
Плісені, КУО/г, не більше	100	0	40	110	відсутні		

Результати досліджень засвідчили, що протягом усього періоду зберігання у зразках желейного мармеладу не виявлено наявності дріжджів і цвілей. Водночас рівень КМАФАнМ не перевищував 10^2 КУО/г, що відповідає вимогам нормативних документів, зокрема СанПіН 2.3.2.1078-01.

Таким чином, встановлено, що желейний мармелад на основі концентрованої пасти з топінамбуру характеризується високою мікробіологічною стабільністю і безпечністю, що дозволяє гарантувати його якість протягом усього терміну зберігання.

3.3 Дослідження властивостей желейного мармеладу з додаванням меду натурального

Желейні кондитерські вироби традиційно мають високу цукроємність, що пов'язано з використанням значної кількості сахарози. Проте надмірне споживання цукру негативно впливає на стан здоров'я людини, зокрема сприяє розвитку метаболічних порушень. У зв'язку з цим актуальною є повна заміна цукру у рецептурі желейного мармеладу на натуральний підсолоджувач – мед, який є не лише смаковим компонентом, але й джерелом біологічно активних речовин.

Натуральний мед має ряд беззаперечних переваг – він надає виробу приємного смаку й аромату, одночасно виконуючи функції природного консерванту та джерела корисних сполук. У сучасному кондитерському виробництві мед здебільшого застосовують як смакоароматичний компонент, що перешкоджає кристалізації цукрів. Проте з економічних причин його часто замінюють крохмальною патокою. У деяких видах цукерок, пастили, нуги та халви мед використовують для надання характерного смаку, який за потреби можуть підсилювати штучними ароматизаторами.

Однак у більшості традиційних кондитерських виробів технологічна обробка (високі температури) значною мірою руйнує біологічно активні компоненти меду. Це знижує його функціональну цінність у кінцевому продукті. Саме тому розробка рецептур і технології желейного мармеладу з використанням натурального меду з

дотриманням щадних режимів обробки є перспективним напрямом у виробництві оздоровчих продуктів харчування.

Дослідні зразки желейного мармеладу виготовляли за спеціально розробленою технологією з використанням натурального меду як єдиного джерела солодоців. Приготування мармеладної маси здійснювали у декілька послідовних етапів. Спочатку агар розчиняли у воді при нагріванні до повного набухання та утворення однорідного розчину. Після цього розчин охолоджували до температури 50–55 °С, після чого вводили попередньо підігрітий до не більше ніж 45 °С натуральний мед. Для збереження біологічної активності меду важливо було не перевищувати ці температурні межі. Далі при температурі не вище 45 °С додавали лимонну кислоту як підкислювач, який також сприяє стабілізації структури.

Сформовану желейну масу розливали способом шприцювання у полімерну бар'єрну оболонку. Такий спосіб формування забезпечував герметичність зразків та мінімізував контакт з повітрям, що сприяє тривалішому збереженню якості готового продукту. Після формування зразки охолоджували до кімнатної температури для стабілізації структури.

Для порівняння ефективності нової рецептури використовували контрольний зразок – желейний мармелад, виготовлений за уніфікованою рецептурою «Желейний формовий» [31], у якому цукор і патока є основними джерелами солодоців. В експериментальних зразках цукор і патоку повністю замінили на натуральний мед, з урахуванням перерахунку на сухі речовини (табл. 3.5), що дозволило дослідити технологічні та споживчі властивості продукту за умов такої заміни.

Таблиця 3.5 – Рецептура зразків желейного мармеладу

Найменування сировини	Мас, ч. СР, %	Контроль «Желейний формовий»		Мармелад «Гречаний»		Мармелад «Соняшниковий»	
		в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР
Цукор	99,85	61,22	61,12	-	-	-	-

Продовження табл. 3.5

Найменування сировини	Мас, ч. СР, %	Контроль «Желейний формовий»		Мармелад «Гречаний»		Мармелад «Соняшниковий»	
		в натурі	у СР	в натурі	у СР	в натурі	у СР
Патока	78,00	26,27	20,49	-	-	-	-
Мед гречаний	82,20	-	-	73,05	60,05	-	-
Мед соняшниковий	83,00	-	-	-	-	72,86	60,47
Агар харчовий	85,00	1,05	0,89	0,86	0,73	0,87	0,74
Лимонна кислота	98,00	1,18	1,13	0,16	0,15	0,16	0,15
Есенція	-	1,60	-	-	-	-	-
Барвник	-	0,50	-	-	-	-	-
Вода	-	-	-	25,93	-	26,11	-
Разом	-	89,93	83,67	100,00	60,93	100,00	61,37

Повна заміна цукру та патоки на натуральний мед у технології виробництва желейного мармеладу сприяє отриманню виробів із функціональною спрямованістю завдяки природному складу меду. Зокрема, до складу меду входять фруктоза, органічні кислоти, мікро- та макроелементи, а також біологічно активні речовини, зокрема вітаміни, які позитивно впливають на організм людини.

Крім того, застосування натурального меду як єдиного джерела солодоців дозволяє повністю відмовитися від додавання штучних ароматизаторів і смако-ароматичних добавок, оскільки мед сам по собі має насичені смакові та ароматичні властивості. Таким чином, досягається не лише підвищення біологічної цінності продукту, а й його натуральність, що є актуальним трендом у сучасному харчовому виробництві.

Процес студнеутворення відіграє ключову роль у формуванні структури та механічної міцності желейного мармеладу, безпосередньо впливаючи на якість готового продукту. Ефективність цього процесу залежить від повного розчинення гелеутворювача, досягнення необхідної концентрації твердих речовин та їх

раціонального співвідношення з іншими рецептурними компонентами. Саме ці умови забезпечують формування стійкої гелеподібної структури виробу.

У ході досліджень було вивчено динаміку зміни пластичної міцності мармеладної маси в процесі вистоювання (рис. 3.2). Мармеладну масу заливали у кювети, а через 15 хвилин розпочинали визначення пластичної міцності з інтервалом у 10 хв до моменту досягнення максимального значення ($P_{\max}$, кПа). Результати показали, що найвищу пластичну міцність мав контрольний зразок (27,4 кПа), що виготовлявся за традиційною технологією з використанням цукру та патоки.

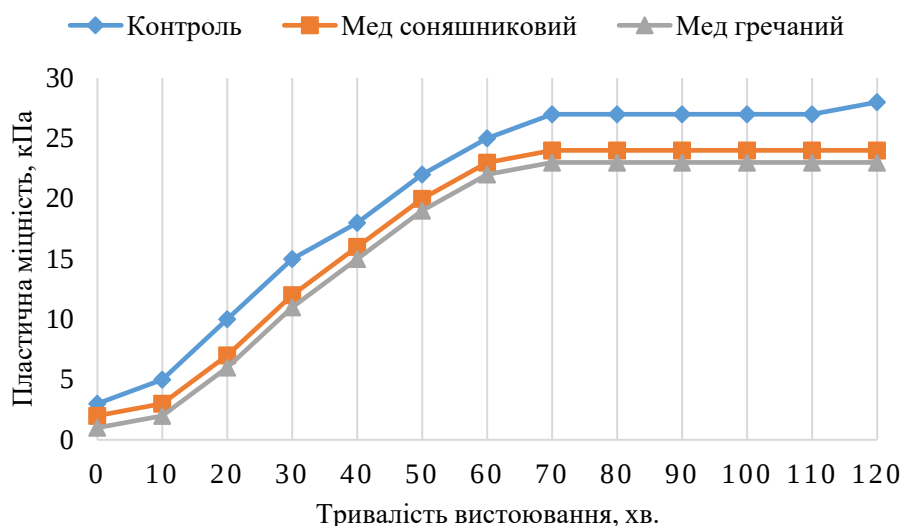


Рисунок 3.2 – Залежність пластичної міцності желевної мармеладної маси на основі натурального меду

Зразки, в яких цукор і патоку було повністю замінено натуральним медом, характеризувалися дещо зниженими показниками пластичної міцності. Так, для мармеладної маси на основі гречаного меду цей показник становив 23,9 кПа, а для зразка на основі соняшникового меду – 24,5 кПа. Зниження міцності пояснюється нижчим вмістом сухих речовин у цих зразках: 60,93% у масі на основі гречаного меду, 61,37% – на соняшниковому, порівняно з 82,00% у контрольному зразку. Це зумовлено відсутністю стадії уварювання, яка характерна для класичної технології.

У контрольному зразку желейного мармеладу, де в рецептурі використано цукор, спостерігається більш виражене підвищення міжфазного натягу на межі «частинка/вода» порівняно з зразками, що містять натуральний мед. Це пояснюється здатністю цукру збільшувати поверхневий натяг водних розчинів. Зростання концентрації цукру в дисперсійному середовищі сприяє підвищенню міжфазного натягу між макромолекулами гелеутворювача та рідкою фазою.

Унаслідок цього посилюється тенденція до асоціації та агрегування частинок дисперсної фази, що сприяє формуванню більш щільної просторової структури гелю. Таким чином, присутність цукру в рецептурі забезпечує вищу міцність та стабільність желейної структури, тоді як використання натурального меду, який має інші фізико-хімічні властивості, не спричиняє настільки вираженого ефекту.

З метою оцінки збереження вітаміну С у мармеладних виробках, які були герметично упаковані в багатошарову полімерну бар'єрну плівку, проведено серію експериментальних досліджень протягом терміну зберігання. Встановлено, що вміст вітаміну С у використаних видах натурального меду суттєво відрізняється: у гречаному меді він становив 14,3 мг/100 г, тоді як у соняшниковому – 6,2 мг/100 г продукту. Результати досліджень свідчать про високу стабільність вітаміну С під час зберігання готової продукції (рис. 3.3).

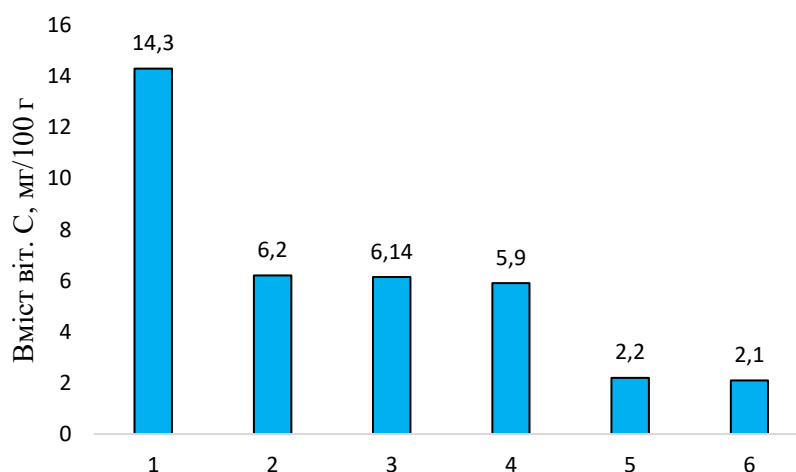


Рисунок 3.3 – Зміна вмісту вітаміну С:

- 1 – гречаний мед; 2 – соняшниковий мед; 3 – свіжий мармелад «Гречаний»;
 4 – через 180 діб зберігання; 5 – свіжий мармелад «Соняшниковий»;
 6 – через 180 діб зберігання

Так, на кінець встановленого терміну втрати вітаміну склали лише 3,9 % для желейного мармеладу «Гречаний» і 4,5 % – для мармеладу «Соняшниковий». Збереженню вітаміну сприяють флавоноїдні сполуки, присутні в меді, що уповільнюють окислювальні процеси, а також захисні властивості упаковки – багатошарова полімерна плівка ефективно перешкоджає проникненню світла і кисню завдяки герметичному термоспаюванню.

Проведені дослідження з визначення антиоксидантної активності та вмісту вітаміну С у зразках желейного мармеладу «Гречаний» і «Соняшниковий» підтверджують, що натуральний мед є ефективним джерелом антиоксидантів. Його використання доцільне в харчовій промисловості для уповільнення окислювальних процесів не лише в харчових продуктах під час зберігання, а й у людському організмі, що надає виробам функціонального спрямування.

3.4 Дослідження процесу отримання желейного мармеладу на основі натурального меду та концентрованої пасти з топінамбуру

Зважаючи на те, що патока є продуктом часткового гідролізу крохмалю (ферментативного або кислотного) і характеризується обмеженим хімічним складом (переважно глюкоза, мальтоза та декстрини у співвідношенні 1:1:3), її солодкість є недостатньою для досягнення бажаного смаку готових виробів. Це зумовлює необхідність застосування додаткових підсолоджувачів.

У ході досліджень вивчалась можливість заміни патоки та стевіозиду у рецептурі желейного мармеладу, виготовленого на основі концентрованої пасти з топінамбуру (табл. 3.1), на натуральний мед – продукт з вищою харчовою та біологічною цінністю. Порівняно з крохмальною патокою, мед має значно багатший склад і містить широкий спектр вуглеводів, вітамінів, мінералів і біологічно активних речовин. На підставі проведених досліджень було запропоновано оптимізовану рецептуру желейного мармеладу, наведено у табл. 3.6.

Технологічна схема виготовлення мармеладу із використанням концентрованої пасти з топінамбуру та меду передбачає такі послідовні етапи: замочування агару у воді в співвідношенні 1:30; нагрівання для повного розчинення; охолодження до 50 °С з подальшим введенням меду, також попередньо підігрітого до 50 °С; внесення підігрітої концентрованої пасти з топінамбуру; ретельне перемішування рецептурної суміші при температурі 50 °С; додавання лимонної кислоти. Отриману мармеладну масу формували методом шприцювання в полімерну бар'єрну оболонку.

Таблиця 3.6 – Раціональна рецептура комбінованого желейного мармеладу

Сировина	Масова частка сухих речовин сировини, %	Витрата сировини, г	
		в натурі	у СР
Мед натуральний	82,00	30,69	25,23
Конц. паста з топінамбуру	55,00	30,51	16,78
Агар харчовий	85,00	1,22	1,04
Кислота лимонна	98,00	0,98	0,96
Вода	-	36,60	-
Разом	-	100,00	44,01

Повна заміна патоки в рецептурі желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру на натуральний мед сприяла зміцненню його структури (рис. 3.4).

Максимальне значення пластичної міцності було зафіксовано для контрольного зразка і становило 27,30 кПа. Для зразка мармеладу на основі меду цей показник склав 23,90 кПа, а для варіанту з використанням концентрованої пасти з топінамбуру – 22,10 кПа. Зниження міцності у дослідних зразках можна пояснити особливостями їхнього складу: головними вуглеводними компонентами меду є глюкоза та фруктоза, які позитивно впливають на утворення щільної агарної сітки. Крім того, в таких системах зменшується загальна вологість мармеладної маси за рахунок меншого внесення вологи з рецептурними інгредієнтами.

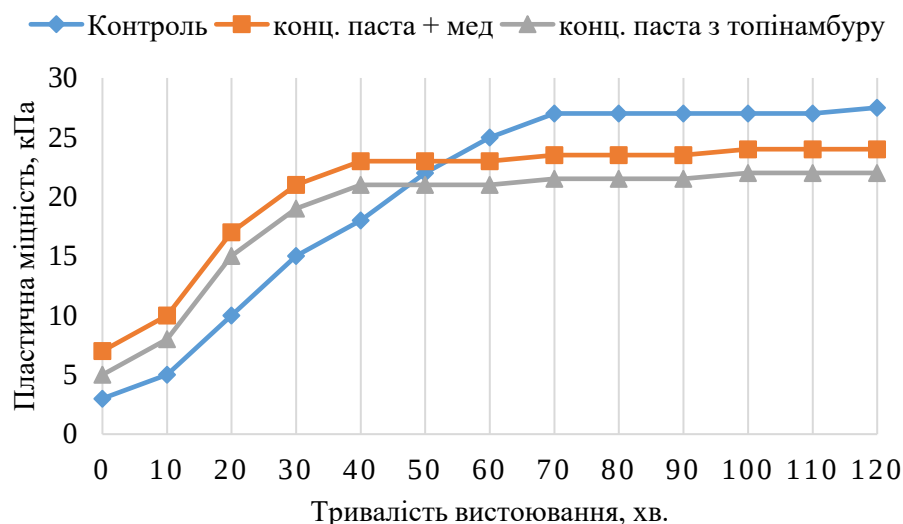


Рисунок 3.4 – Динаміка зміни пластичної міцності желейного мармеладу:

1 – контроль; 2 – конц. паста + мед; 3 – конц. паста з топінамбуру

Зразки желейного мармеладу, виготовлені з використанням концентрованої пасти топінамбуру та натурального меду, були додатково досліджені за органолептичними характеристиками та фізико-хімічними показниками.

Таблиця 3.7 – Органолептичні та фізико-хімічні показники желейного мармеладу на основі концентрованої пасти та меду

Найменування показника	Результат
Смак та запах	смак солодкий фруктовий;
Колір	світло жовтий
Консистенція	студнеподібна
Масова частка вологи, %	55,99
Масова частка редукуючих речовин, %	32,78
Титрована кислотність, град	5,32
Вміст інуліну, г/100 г продукту	7,96
Антиоксидантна активність, мг кверцитину на 100 г продукту	13,40
Вміст вітаміну С, мг/100 г продукту	8,75

Розраховано харчову та енергетичну цінність желейного мармеладу на основі концентрованої пасти та меду (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Енергетична цінність дослідного желейного мармеладу

Мармелад	Вміст, г/100 г продукту			Енергетична цінність, кДж (ккал)
	Білків, г	Жирів, г	Вуглеводів, г	
Желейний формовий (контроль)	0,04	0,08	81,66	1272,79 (304)
Конц. паста топіамбура	1,24	0,15	27,95	674,07 (143)
Мед натуральний	0,62	-	58,66	971,34 (232)
Конц. паста топіамбура + мед	1,00	0,06	28,71	682,45 (163)

Як видно з табл. 3.8, найвищу кількість білків містить мармелад на основі концентрованої пасти топіамбура (1,24 г/100 г), тоді як найменше білків у контрольному зразку – желейному формовому мармеладі (0,04 г/100 г). Композиція топіамбура з медом має середнє значення – 1,00 г/100 г. В усіх зразках вміст жирів незначний. У меді жири відсутні, а в контрольному зразку – лише 0,08 г/100 г.

Контрольний зразок має найвищу калорійність – 1272,79 кДж (304 ккал), тоді як зразок на основі топіамбура – найнижчу – 674,07 кДж (143 ккал). Поєднання меду з топіамбуром дає помірну енергетичну цінність – 682,45 кДж (163 ккал), що майже вдвічі менше порівняно з традиційним мармеладом.

Заміна патоки в рецептурі желейного мармеладу на основі концентрованої пасти на мед призвела до зниження його енергетичної цінності та збільшення харчової, внаслідок збагачення готового виробу харчовими волокнами, мікро- та макроелементами та вітамінами.

Висновки по розділу.

Встановлено, що особливістю технології одержання желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топіамбуру є відсутність стадії уварювання желейної маси, внаслідок чого готовий виріб характеризується підвищеним вмістом вологи. При цьому желейний мармелад, виготовлений з використанням

концентрованої пасти топінамбуру, має антиоксидантну активність, що пояснюється наявністю у складі пасти органічних кислот та вітаміну С. Вміст вітаміну С у зразках мармеладу, розробленого з додаванням концентрованої пасти з топінамбуру, становив 8,35 мг на 100 г продукту.

Через 180 діб зберігання дослідні зразки мармеладу не відрізнялися за зовнішнім виглядом, консистенцією, смаком і запахом від щойно виготовленого мармеладу. Наприкінці досліджуваного періоду вміст вологи в експериментальних зразках знизився лише на 2 %, тоді як у контрольних – на 25,9 %. Встановлено, що через 180 діб зберігання вміст вітаміну С зменшився на 7,61 мг на 100 г продукту, що свідчить про відносно добру стабільність вітаміну за умов правильного пакування. Результати досліджень засвідчили, що протягом усього періоду зберігання у зразках желейного мармеладу не виявлено наявності дріжджів і цвілей. Водночас рівень КМАФАнМ не перевищував 10^2 КУО/г, що відповідає вимогам нормативних документів, зокрема СанПіН 2.3.2.1078-01.

Зразки, в яких цукор і патоку було повністю замінено натуральним медом, характеризувалися дещо зниженими показниками пластичної міцності. Так, для мармеладної маси на основі гречаного меду цей показник становив 23,9 кПа, а для зразка на основі соняшникового меду – 24,5 кПа. Зниження міцності пояснюється нижчим вмістом сухих речовин у цих зразках: 60,93% у масі на основі гречаного меду, 61,37% – на соняшниковому, порівняно з 82,00% у контрольному зразку. Це зумовлено відсутністю стадії уварювання, яка характерна для класичної технології.

З метою оцінки збереження вітаміну С у мармеладних виробках, які були герметично упаковані в багатошарову полімерну бар'єрну плівку, проведено серію експериментальних досліджень протягом терміну зберігання.

Встановлено, що на кінець встановленого терміну втрати вітаміну склали лише 3,9 % для желейного мармеладу «Гречаний» і 4,5 % – для мармеладу «Соняшниковий». Проведені дослідження з визначення антиоксидантної активності та вмісту вітаміну С у зразках желейного мармеладу «Гречаний» і «Соняшниковий» підтверджують, що натуральний мед є ефективним джерелом антиоксидантів.

Повна заміна патоки в рецептурі желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру на натуральний мед сприяла зміцненню його структури. Зниження міцності у дослідних зразках можна пояснити особливостями їхнього складу: головними вуглеводними компонентами меду є глюкоза та фруктоза, які позитивно впливають на утворення щільної агарної сітки.

Контрольний зразок має найвищу калорійність – 1272,79 кДж (304 ккал), тоді як зразок на основі топінамбура – найнижчу – 674,07 кДж (143 ккал). Поєднання меду з топінамбуром дає помірну енергетичну цінність – 682,45 кДж (163 ккал), що майже вдвічі менше порівняно з традиційним мармеладом.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз негативних чинників при виробництві мармеладу

Виробництво мармеладу, як і будь-яке кондитерське виробництво, потребує участі працівників цеху. Для даних працівників передбачені інструктажі та постійне навчання вимогам охорони праці, зокрема, розгляд негативних чинників, які виникають при виробництві мармеладу.

Ідентифікація основних професійних ризиків при виробництві мармеладу є важливим етапом аналізу умов праці на підприємстві. Технологічний процес виготовлення мармеладу передбачає використання обладнання, сировини та допоміжних матеріалів, що створюють потенційно небезпечні ситуації для працівників.

«Один із найпоширеніших ризиків – це термічний. Виробництво мармеладу пов'язане з обробкою сумішей при високих температурах, зокрема під час уварювання сиропів і готування желейних мас, температура яких може досягати 120–130 °С. При контакті з гарячими поверхнями або масами можливе отримання опіків. Також джерелом термічної небезпеки є паропроводи, варильні котли та інші нагрівальні установки» [49].

Хімічні ризики виникають при роботі з кислотами (лимонна, яблучна, винна), барвниками, ароматизаторами, які можуть мати подразнювальну дію на шкіру, слизові оболонки та органи дихання. Особливої уваги потребує зберігання та дозування цих компонентів, щоб уникнути перевищення гранично допустимих концентрацій у повітрі робочої зони.

Фізичні навантаження також є чинником професійного ризику, зокрема при ручному перенесенні сировини, тари або напівфабрикатів. «Тривала робота в незручній позі або з надмірними зусиллями може призвести до перенапруження опорно-рухового апарату» [49].

Ще одним важливим аспектом є вплив шуму, вібрацій та мікроклімату. Робота обладнання, транспортувальних систем та змішувачів супроводжується

шумом, що в разі тривалого впливу негативно позначається на слуху. «Висока вологість і температура в приміщеннях при відсутності належної вентиляції сприяють підвищенню фізіологічного навантаження на організм працівника» [50].

Не можна також виключати ризики механічного травмування, які виникають при експлуатації обладнання з обертовими або ріжучими деталями, недостатній технічній справності машин або при недотриманні правил безпеки. Особливу небезпеку становить відкритий доступ до рухомих частин механізмів без захисних кожухів.

«Вимоги до безпеки при експлуатації обладнання у виробництві мармеладу мають на меті запобігти травмам, аваріям, виходу з ладу техніки та зберегти здоров'я працівників. Обладнання, яке застосовується у виробництві мармеладу (варильні котли, змішувачі, формувальні машини, дозатори, транспортери тощо), повинно відповідати чинним технічним регламентам, мати технічну документацію і регулярно проходити огляд та технічне обслуговування» [49].

Перед початком роботи персонал повинен пройти навчання з техніки безпеки та бути проінструктованим з правил експлуатації кожного виду обладнання. Пуск та зупинка обладнання здійснюються лише відповідальною особою за чітко визначеним алгоритмом. «Категорично заборонено проводити обслуговування, очищення або ремонт машин і механізмів під час їх роботи або за відсутності відключення від джерел живлення» [50].

Всі обертові частини, гарячі поверхні, відкриті приводи, ремені та шківні повинні бути закриті захисними кожухами. Робочі місця мають бути обладнані засобами аварійної зупинки (кнопки «стоп», рубильники), які мають бути доступними для оператора. «У разі несправностей або підозри на порушення в роботі обладнання працівник зобов'язаний негайно припинити роботу й повідомити керівництво або відповідного фахівця» [49].

Дотримання цих вимог забезпечує зниження виробничого травматизму та створення безпечного робочого середовища на всіх етапах виробництва мармеладу. Саме для цього доцільно розробити картку охорони праці (рис. 4.1), яка містить основну інформацію для підвищення уваги працівників до правил охорони праці.

<i>I. Загальна інформація</i> 1. Вимоги картки поширюються на всіх працівників всіх підрозділів ТОВ «Кріоліт Д»; 2. Термін дії картки: 5 років (до 20.05.2030); 3. Проходження інструктажу працівником: кожні 6 місяців; 4. Відповідальність за невиконання положень цієї картки: дисциплінарна, матеріальна, адміністративна, кримінальна; 5. До роботи допускаються особи, яким не менше 18 років та які мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд та відповідний інструктаж.	
<i>II. Обов'язки працівника</i> 1. виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку; 2. користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту; 3. працювати тільки на справному обладнанні; 4. не допускати сторонніх осіб на робоче місце; 5. утримувати робоче місце в чистоті, не захаарашувати його.	<i>III. Головні небезпечні фактори</i> 1. захаарашеність робочого місця; 2. відсутність спеціальних пристосувань, інструменту, обладнання; 3. підвищена температура обладнання; 4. підвищена температура, вологість, рухливість повітря робочої зони; 5. недостатня освітленість робочої зони; 6. незахищені токоведучі частини електрообладнання;
<i>IV. Вимоги безпеки перед початком роботи</i> 1. Отримати завдання від керівника робіт. 2. Одягти спецодяг і привести його в порядок. 3. Підготувати робоче місце до виконання робіт, прибрати всі непотрібні речі. 4. Впевнитись, що робоче місце достатньо освітлене. 5. Підібрати та підготувати необхідні інструменти, пристосування, обладнання. 6. Перед вмиканням обладнання необхідно переконатись, чи нема у машині сторонніх предметів, чи надійне кріплення механізмів.	<i>V. Вимоги безпеки під час роботи</i> 1. Перед вмиканням у роботу тістомісильної машини необхідно перевірити надійність кріплення змінної діжки до платформи. 2. Лопать місильного важеля тістомісильної машини не повинна торкатись внутрішньої поверхні діжі. 3. Накочування та скочування змінної діжі з платформи машини можливе тільки при верхньому положенні місильного важеля і при вимкнутому електродвигуні. 4. Категорично забороняється працювати на тістомісильній машині без огорожувального щитка діжі, або з піднятим щитком, завантажувати продукти у діжу при роботі місильного важеля.
<i>VI. Вимоги безпеки після закінчення роботи</i> 1. Після закінчення роботи необхідно вимкнути обладнання. 2. Прибрати робоче місце. Звільнити його від відходів виробництва, винести сміття. 3. Почистити, помити інвентар, інструмент, скласти його в відведене для нього місце. 4. Зняти спецодяг, покласти його в відведене для цього місце; прийняти душ. 5. Доповісти керівникові про всі недоліки, які мали місце під час роботи.	<i>VII. Вимоги безпеки в аварійній ситуації</i> 1. негайно відключити від мережі електрообладнання, відключати від систем газ. 2. не допускати в небезпечну зону сторонніх осіб. 3. повідомити про те, що сталося керівника робіт. 4. в усіх випадках виконувати вказівки керівника робіт по усуненню небезпечного стану.

Рисунок 4.1 – Розроблена картка охорони праці

Додатково, працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту – спецодяг, термостійкі рукавиці, фартухи, окуляри, при необхідності – навушники або респіратори. «Підлога в зонах експлуатації обладнання має бути неслизькою, а прохід – вільним. Підключення обладнання до електромережі повинно виконуватись тільки кваліфікованим електриком» [49].

Окрім згаданого, варто звернути увагу на психофізіологічні чинники. Вони є важливими аспектами охорони праці, оскільки вони безпосередньо впливають на працездатність, самопочуття та ефективність персоналу. «Ці чинники включають особливості психічного та фізіологічного навантаження, які виникають у процесі виконання виробничих операцій, а також вплив робочого середовища на нервову систему працівника» [50].

У процесі виготовлення мармеладу працівники можуть стикатися з монотонністю операцій, особливо під час тривалого формування, фасування або пакування продукції. Повторювані рухи, відсутність різноманітності в завданнях і «механічна праця знижують рівень зосередженості, викликають втому, знижують уважність, що може призводити до помилок, зниження якості продукції та підвищення ризику травматизму» [49].

До психофізіологічних чинників також належить нерівномірне розумове навантаження, коли працівник змушений одночасно контролювати декілька процесів або реагувати на нестандартні ситуації, особливо за умов високого темпу виробництва. «У таких випадках зростає психоемоційне напруження, яке негативно впливає на загальне самопочуття, викликає перевтому, дратівливість і знижує концентрацію уваги» [50].

Усі ці чинники вимагають системного підходу до ідентифікації та управління професійними ризиками на підприємстві. Це включає регулярне проведення інструктажів, застосування засобів індивідуального захисту, автоматизацію виробничих процесів і технічне оновлення обладнання. Раціональна організація праці, дотримання санітарно-гігієнічних норм та впровадження системи управління охороною праці дозволяють мінімізувати негативний вплив виробничого середовища на працівників.

Висновки по розділу.

У розділі було здійснено комплексний аналіз основних негативних чинників, що можуть виникати під час виробництва мармеладу. Ідентифіковано потенційні професійні ризики, пов'язані як із впливом шкідливих виробничих факторів, так і з технічними характеристиками обладнання. Серед них особливу увагу приділено високим температурам, рухомих частинам машин, можливості опіків, порізів та ураження електричним струмом. Встановлено, що для безпечного виконання технологічних операцій необхідним є дотримання правил експлуатації устаткування, регулярне проходження інструктажів з охорони праці та контроль за станом техніки безпеки на кожному етапі виробничого процесу.

Для систематизації і контролю дотримання вимог охорони праці на підприємстві була розроблена картка охорони праці. У ній наведено детальний перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів, визначено методи їх нейтралізації та зазначено конкретні заходи безпеки. Запровадження такої картки у виробничу практику дозволяє підвищити рівень інформованості працівників, мінімізувати виробничі ризики та забезпечити належні умови праці при виготовленні мармеладу.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження

«До витрат, що пов'язані із проведенням дослідження, включаються витрати на основні матеріали, електроенергію, оплату праці, амортизацію та накладні витрати» [51].

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.1):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.1.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Концентрована паста з топінамбуру, кг	5	600,00	3000,00
Патока, кг	1	160,00	160,00
Агар харчовий, кг	1	800,00	800,00
Стевіозид, кг	0,5	4300,00	2150,00
Лимонна кислота, кг	1	90,00	90,00
Мед гречаний, кг	2	350,00	700,00
Мед соняшниковий, кг	2	200,00	400,00
Всього			7300,00

«Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу» [51]. Розрахунки зводяться в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

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

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

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.2):

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

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

$$E_{\text{обл.од.}} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 36 \cdot 4,32 = 251,94 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ел.плита}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 4,32 = 77,76 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{хол.од.}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 70 \cdot 4,32 = 544,32 \text{ грн;}$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,7 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 4,32 = 114,91 \text{ грн.}$$

Отже, загальні витрати електроенергії становитимуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{бленд.}} + E_{\text{ел.плита}} + E_{\text{холод.}} + E_{\text{ваз}} = 251,94 + 77,76 + 544,32 + 114,91 = 988,93 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, яке використовується в процесі проведення досліджень, обчислюються за наступною формулою:

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

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість обладнання, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному обладнанні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{бленд.}} = \frac{2800 \cdot 20 \cdot 2}{100 \cdot 365} = 3,06 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ел.плита}} = \frac{3300 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,80 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{холод.}} = \frac{21000 \cdot 20 \cdot 3}{100 \cdot 365} = 34,52 \text{ грн.};$$

$$A_{\text{ваз}} = \frac{5500 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,88 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Блендер	2800,00	20	2	3,06
Електрична плита	3300,00	20	1	1,80
Холодильник	21000,00	20	3	34,52
Ваги лабораторні	5500,00	12,5	1	1,88
Всього				41,26

«Накладні витрати включають витрати, пов'язані з опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки, навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу, а також інші господарські витрати» [51].

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

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

Результати розрахунку всіх витрат на проведення досліджень, пов'язаних з виконанням кваліфікаційної роботи зводимо в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	7300,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	988,93
Амортизація	41,26
Накладні витрати	800,00
Всього	10350,19

З таблиці 5.4 видно, що найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології желейного мармеладу з пастою з топінамбура становлять витрати на основні матеріали, які складають 70% від загальної суми. Найменші витрати, всього 0,4% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.4)» [51]:

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

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 10350,19 + \frac{30 \cdot 10350,19}{100} = 13455,25 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 13455,25 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було розраховано основні витрати на проведення дослідження та ціну дослідження.

Найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології желейного мармеладу з пастою з топінамбура становлять витрати на основні

матеріали, які складають 70% від загальної суми. Найменші витрати, всього 0,4% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 13455,25 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі наведено теоретичне обґрунтування доцільності використання натуральних рослинних компонентів при розробленні функціональних кондитерських виробів. Визначено доцільність застосування топінамбуру як функціонального інгредієнта у складі кондитерських виробів завдяки його високому вмісту інуліну, мінералів, вітамінів і антиоксидантів. Його технологічні властивості також сприяють покращенню структури та збереженню вологоутримувальної здатності продукції.

Встановлено, що особливістю технології одержання желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру є відсутність стадії уварювання желейної маси, внаслідок чого готовий виріб характеризується підвищеним вмістом вологи. При цьому желейний мармелад, виготовлений з використанням концентрованої пасти топінамбуру, має антиоксидантну активність, що пояснюється наявністю у складі пасти органічних кислот та вітаміну С (8,35 мг на 100 г продукту).

Через 180 діб зберігання дослідні зразки мармеладу не відрізнялися за зовнішнім виглядом, консистенцією, смаком і запахом від щойно виготовленого мармеладу. Наприкінці досліджуваного періоду вміст вологи в експериментальних зразках знизився лише на 2 %, тоді як у контрольних – на 25,9 %.

Встановлено, що через 180 діб зберігання вміст вітаміну С зменшився на 7,61 мг на 100 г продукту, що свідчить про відносно добру стабільність вітаміну за умов правильного пакування. Результати досліджень засвідчили, що протягом усього періоду зберігання у зразках желейного мармеладу не виявлено наявності дріжджів і цвілей. Водночас рівень КМАФАнМ не перевищував 10^2 КУО/г, що відповідає вимогам нормативних документів, зокрема СанПіН 2.3.2.1078-01.

Зразки, в яких цукор і патоку було повністю замінено натуральним медом, характеризувалися дещо зниженими показниками пластичної міцності. Так, для мармеладної маси на основі гречаного меду цей показник становив 23,9 кПа, а для зразка на основі соняшникового меду – 24,5 кПа.

Зниження міцності пояснюється нижчим вмістом сухих речовин у цих зразках: 60,93% у масі на основі гречаного меду, 61,37% – на соняшниковому, порівняно з 82,00% у контрольному зразку. Це зумовлено відсутністю стадії уварювання, яка характерна для класичної технології.

Встановлено, що на кінець встановленого терміну втрати вітаміну склали лише 3,9 % для желейного мармеладу «Гречаний» і 4,5 % – для мармеладу «Соняшниковий».

Повна заміна патоки в рецептурі желейного мармеладу на основі концентрованої пасти з топінамбуру на натуральний мед сприяла зміцненню його структури.

Контрольний зразок мармеладу мав найвищу калорійність – 1272,79 кДж (304 ккал), тоді як зразок на основі топінамбура – найнижчу – 674,07 кДж (143 ккал). Поєднання меду з топінамбуром дає помірну енергетичну цінність – 682,45 кДж (163 ккал), що майже вдвічі менше порівняно з традиційним мармеладом.

Для систематизації і контролю дотримання вимог охорони праці на підприємстві була розроблена картка охорони праці. У ній наведено детальний перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів, визначено методи їх нейтралізації та зазначено конкретні заходи безпеки. Запровадження такої картки у виробничу практику дозволяє підвищити рівень інформованості працівників, мінімізувати виробничі ризики та забезпечити належні умови праці при виготовленні мармеладу.

Найбільшу частку витрат під час проведення дослідження технології желейного мармеладу з пастою з топінамбура становлять витрати на основні матеріали, які складають 70% від загальної суми. Найменші витрати, всього 0,4% від загальної суми, були пов'язані з амортизацією використаного обладнання.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 13455,25 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Іванов С.В., Сімахіна Г.О., Наумейко Н.В. Технологія оздоровчих харчових продуктів: підручник. К.: НУХТ. 2015. 402 с.
2. Возіанов О.Ф. Харчування та здоров'я населення України (концептуальні основи раціонального харчування). Журн. АМН України. 2001. Т.8, № 4. С. 647-657.
3. Сімахіна Г., Наumenко Н. Інновації у харчових технологіях. Товари і ринки. 2015. № 1. С. 189-201.
4. Knorr D. Functional food science and Technology. 1998. Vol. 9. P. 295-3.
5. Болгова Н.В., Уханова М.І. "Функціональні продукти харчування." *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки* 16, т. 1 (2016): 57-63.
6. Milner J. A. Functional foods and health: a US perspective. Brit. J. Nutr. 2002. Vol. 88, № 2. P. 151-158.
7. Корзун, В. Н., Тихоненко Ю.С. "Функціональні продукти і їх роль у харчуванні людини." *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]* 38 (2) (2010): 173-178.
8. Diplock A.T. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document [Text] / A. T. Diplock, P. J. Agget, M. Ashwell // Brit. J. Nutr.- 1999. Vol. 81, № 1. P. 1-7.
9. Болгова Н.В. Продукти харчування нової генерації / Болгова Н.В.// Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і Праці ТДАТУ 62 Вип. 16. Т. 1 торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (14 травня 2015 р.). Харків : ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 56-58.
10. Weststrate, J.A. Functional Foods, trends and future [Text] / J.A. Weststrate, G.V.Poppel, P.M. Verschuren // Brit. J. Nutr. 2002. Vol. 88, № 2. P. 233-235.
11. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів //Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної

конференції „Стан і перспективи харчової науки та промисловості “. 2017. С. 114-115.

12. Продукти харчування функціонального призначення / А. М. Дорохович, В. В. Дорохович, В. І. Оболкіна, О. О. Кохан (Гавва) // 2004.

13. Григоренко О. М. Моделювання функціональних харчових продуктів. *Харчова наука і технологія*. 2013. №. 3. С. 14-18.

14. Мардар М. Р. Формування споживчих переваг до функціональних продуктів харчування на основі маркетингових досліджень. *Економіка харчової промисловості*. 2015. №. 25. С19-25.

15. Єгоров Б. В., Мардар Б.В. Наукові основи формування споживних властивостей нових зернових продуктів : Монографія. Одеса : ТЕС, 2013. 388 с.

16. Цимбалиста Н.В., Давиденко Н.В. Стан фактичного харчування населення та аліментарно обумовлена захворюваність. *Пробл. харчування*. 2008. №1-2. С. 32-35.

17. Roberfroid M. B. Global view on functional foods: European perspectives. *Brit. J. Nutr.* 2002. Vol. 88, № 2. P.133-138.

18. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. Львів, 2016. 28 с.

19. Волошенко О. С., Жигунов Д. О. Функціональні продукти харчування на основі зернових культур. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. №. 4. С. 15-18.

20. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Харчування як основний чинник збереження стану здоров'я населення //Проблеми старіння і довголіття. 2016. №. 25, № 2. С. 204-214.

21. Зубкова К. В., Ліганенко М. Г., Кузнецова К. Д. Функціональні напої в концепції здорового харчування. *Харчова наука і технологія*. 2012. №. 3. С. 25-27.

22. Ощипок І. М., Онишко Л. Й. Збагачення харчової сировини інгредієнтами для створення продуктів здорового харчування //Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. 2019. №. 22. С. 44-51.

23. Івашків Л. Я. Нові напрямки оздоровчого харчування населення України. *Вісник ЛПЕТ*. 2008. №. 3. С. 163-168.

24. Гончар Ю., Пукай В. Проблеми створення і виробництва функціональних продуктів //Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Вінниця: Видавничо. 2018. С. 44.

25. Михайлов В. М., Чуйко М. М., Чуйко А. М. Маркетингові дослідження щодо підвищення ефективності просування на вітчизняний ринок нових функціональних продуктів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2014. Вип. 1(19). С. 7-15.

26. Старовойтова, С. О. Функціональні продукти харчування як профілактика стресу / С. О. Старовойтова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р. : у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є. І. Харків : НТУ «ХПІ».С. 310.

27. Ковтун Ю. А., Рашевська Т. О., Подковко О. А. Функціональні властивості інуліну. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій (Тернопіль 11-12 грудня 2013). Тернопіль, 2013. С.259-260.

28. Yang L., He Q.S., Corscadden K., Udenigwe C.C. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnology Reports*. 2015. V. 5. P. 77-88.

29. Корж В. С., Ткач Н. І. Використання порошку топінамбуру для підвищення харчової цінності вівсяного печива //Збірник наукових статей магістрів. 2020. С. 101.

30. Касіяничук В. Д. Економічні перспективи використання топінамбура, як нетрадиційної сировини. *Науково-інформаційний вісник Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького*. 2013. №. 8. С. 266-271.

31. Коркач Г. В., Лебеденко Т. Є., Соколова Н. Ю. Вплив порошку топінамбура на якість хлібобулочних виробів. *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*, 2009. №. 36 (1). С. 137-140.

32. Апаткін М. П., Таран О. С., Гребельник О. П. Перспективи використання топінамбуру у молочній промисловості. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва, харчові технології. – С. 65-67.

33. Розробка технології фітнес-десерту на основі топінамбура / І. Р. Біленька, Н. А. Лазаренко, Я. А. Голінська, А. С. Вербіцька // Актуальні проблеми розвитку ресторанного, готельного та туристичного бізнесу в умовах світової інтеграції: досягнення та перспективи : тези доп. II Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 19–20 верес. 2019 р. / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2019. – С. 83–86

34. Загоруй Л. П., Калініна Г. П., Мазур Т. Г. Перспективи використання каротиновмісних овочевих порошків у технології хлібобулочних виробів. ВВК. 2020. 91. 245 с

35. Кравчук О. Мед і його якість. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. №. 55-2. С. 3-7.

36. Пислар Г. В. Якість продукції бджільництва: світовий досвід та вітчизняна практика. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. №. 2 (2). С. 296-307.

37. Скрипка Г.А. Аналіз фізико-хімічних показників меду різних торгівельних марок / Г.А. Скрипка, М.С. Хіміч, О.В. Найдіч // Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: тези доп. I Міжнар. наук.-практ. конф. НПП та молодих науковців (м. Одеса, 13-14 квітня 2021 р.) / ОДАУ. С. 88-90.

38. Загоруй Л.П., Мазур Т.Г., Калініна Г.П. Екологічні підходи до технології крем-меду та перспективи використання фітоекодобавок. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2020. № 5(32). С.58–61. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.5-32.9>

39. Технологія виробництва продукції бджільництва: навч. посібник // С. Ф. Разанов, І. Ф. Безпалый, В. І. Бала, Т. А. Донченко. К.: Аграрна освіта, 2010. 277 с.

40. Харчування людини / Т.М. Димань, М.М. Барановський, М.С. Ківа, Т. Г. Мазур, Л. П., Загоруй та ін.; за ред. Т.М. Димань. Біла Церква, 2005. 302 с.

41. Спосіб виробництва багатокомпонентної плодоовочевої пасти. Патент України на корисну модель № 133551, МПК (2019.01) A23L 21/10 (2016.01) A23L 21/12 (2016.01) A23L 19/00. О. Є. Загорулько, А. М. Загорулько, І. О. Гордієнко; заявник та патентовласник Харківський держ. ун-т харч. та торгівлі. № у 2018 11367; заявл. 19.11.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл.№ 7. 5 с.

42. Полєвода Ю. А., Соломон А. М., Бондар М. М. Дослідження процесу низькотемпературного концентрування харчової сировини для виробництва зефіру //Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022.№ 1 (116). С. 105-113. DOI: 10.37128/2520-6168-2022-1-12.

43. V. Mykhailov, A. Zahorulko, A. Zagorulko, B. Liashenko, S. Dudnyk. Method for producing fruit paste using innovative equipment. Acta Innovations, 2021, 2021(39), pp. 15–21.

44. Paulo E.S. Munkata, Jose Ángel Pérez-Álvarez, Mirian Pateiro, Manuel ViudaMatos, Juana Fernández-López, Jose M. Lorenzo. Satiety from healthier and functional foods, Trends in Food Science & Technology, Vol. 113, 2021, pp. 397-410

45. N.N. Misra, Mohamed Koubaa, Shahin Roohinejad, Pablo Juliano, Hani Alpas, Rita S. Inácio, Jorge A. Saraiva, Francisco J. Barba. Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies, Food Research International, Vol. 97, 2017, pp. 318-339.

46. Романенко А. С., Махонін Р. О., Черевко О. І., Загорулько О. Є. Оптимізація способу виробництва пастоподібного напівфабрикату. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2024 р.; Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 523-525.

47. Загорулько А. М., Загорулько О. Є., Сашньова М. В., Лаврук В. В., Ібаєв Е. Б. Дослідження структурно-механічних властивостей та показників якості розробленої плодоовочевої пасти. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2020. Вип. 1(31). С. 75-84.

48. Mardani, M., Yeganehzad, S., Ptichkina, Nepovinnikh, N., Naji-Tabasi, S. (2019), “Study on foaming, rheological and thermal properties of gelatin-free marshmallow”, Food Hydrocolloids, No. 93, pp. 335-341.

49. Охорона праці: опорний конспект лекцій / укл. : М. С. Одарченко, В. І. Михайлик. Електрон. дані. Х. : ХДУХТ, 2019. –1 електрон. опт. диск (CD-ROM).
50. Охорона праці: підручник / А.М.Одарченко, Д.М.Одарченко. – вид 2-ге. К. : Основи, 2006. 448 с.
51. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.