

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ
СПРАВИ**

«Допущено до захисту»
протокол засідання кафедри
№ від « 30 » січня 2026 року
Зав. кафедрою ХТГРС
д.т.н, професор _____ Олесья ПРИСС

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

СВО «Магістр»
за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(освітній ступінь, ОПІ, спеціальність)

на тему: Інноваційна технологія низькокалорійного джему функціонального
призначення з використанням рослинних волокон

23 ХТД. 6912657.02.26

Виконав: студент	<u>22 МБ ХТ групи</u>	<u>Артур ЄРМОЛАСВ</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник:	к.б.н., доцент	Олена ДАНЧЕНКО
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)
Консультант з ОП:	к.т.н., доцент	Михайло ЗОРЯ
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	д.т.н., професор	Марина СЕРДЮК
	(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології
Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр
Галузь знань 18 «Виробництво та технології»
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітня програма «Індустрія здорового харчування»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ХТГРС

д.т.н., професор Олеся Прісс
(підпис)(ініціали та прізвище)

« » 202 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Єрмолаєв Артур Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інноваційна технологія низькокалорійного джему функціонального призначення з використанням рослинних волокон
керівник роботи к.б.н., доцент О.О. Данченко
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 » жовтня 2025 р. № 573-С

2. Строк подання студентом роботи « 20 » січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи зразки джему функціонального призначення з використанням рослинних волокон

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Характеристика підприємства, обґрунтування заходів з будівництва підприємства, вибір асортименту продукції; Характеристика товарної продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів; Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем; Характеристика товарної продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів; Технологічні розрахунки: Вихідні дані до технологічних розрахунків; Продуктовий розрахунок чи розрахунок рецептур, розрахунок норм витрат сировини чи виходу виробів; Вибір і розрахунок продуктивності провідного обладнання; Розрахунок та підбір технологічного обладнання; Технохімічний контроль виробництва та

метрологічне забезпечення; Будівельна частина: Безпека життєдіяльності (Охорона праці); Висновки та рекомендації; Список використаної літератури

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки		

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікованої роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
<i>Розділ 1. Характеристика підприємства, обґрунтування заходів переоснащення, реконструкції чи будівництва підприємства, обґрунтування вибору асортименту продукції</i>	січень	
<i>Розділ 2. Характеристика сировини</i>	лютий	
<i>Розділ 3. Технологічна частина</i>	лютий	
<i>Розділ 4. Безпека харчових продуктів</i>	лютий	
<i>Розділ 5. Продуктові розрахунки</i>	лютий	
<i>Розділ 6. Проектна частина</i>	березень	
<i>Розділ 7. SWOT-АНАЛІЗ</i>	березень	
<i>Розділ 8. Охорона праці</i>	квітень	
<i>Висновки</i>	квітень	

Студент

(підпис)

Єрмолаєв А.О.

(ініціали та прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Данченко О.О.

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Єрмолаєв А.О. Інноваційна технологія низькокалорійного джему функціонального призначення з використанням рослинних волокон – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 81 сторінках, містить 6 розділів, 24 таблиці, 8 рисунків, 52 літературних джерела.

Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка інноваційної технології виробництва низькокалорійного полуничного джему з використанням бамбукової клітковини та натурального підсолоджувача стевії для забезпечення високої біологічної цінності, корегованого вуглеводного профілю та стабільних пребіотичних властивостей готового продукту.

На основі комплексного аналізу сучасного стану ринку плодово-ягідної консервації та вивчення науково-технічної літератури за темою дослідження було теоретично обґрунтовано вибір рослинної сировини та функціональних інгредієнтів. Ключовим об'єктом дослідження обрано полуницю сорту Фестивальна, яка завдяки своїм технологічним характеристикам забезпечує високу якість готового продукту. У роботі здійснено наукове обґрунтування доцільності використання нерозчинних бамбукових волокон як інноваційного структуроутворювача та стевії як натурального замітника сахарози.

Розроблено рецептуру інноваційного джему та проведено моделювання його композиційного складу, що дозволило досягти енергетичної цінності на рівні 45,6 ккал/100 г. У процесі виконання роботи детально досліджено якісні характеристики створеного продукту, включаючи органолептичні показники, фізико-хімічні параметри та відповідність вимогам безпеки. Встановлено, що розроблена технологія забезпечує збереження до 80% нативного вітаміну С завдяки застосуванню щадних режимів термічної обробки.

На основі отриманих експериментальних даних розроблено принципову технологічну схему виробництва, ключовим етапом якої є низькотемпературне вакуум-випаровування при температурі 65–70 °С. Для оцінки ринкових перспектив та конкурентоспроможності розробки проведено SWOT-аналіз, який підтвердив стратегічну доцільність впровадження технології в сегменті функціонального харчування. Завершальний етап роботи присвячений розгляду питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, де ідентифіковано потенційні виробничі ризики та розроблено заходи щодо їх мінімізації для забезпечення безпеки на всіх стадіях виробничого циклу.

Ключові слова: полуниця фестивальна, низькокалорійний джем, бамбукова клітковина, стевія, функціональне харчування, пребіотичні волокна, вакуум-випаровування, біологічна цінність, енергетична цінність, swot-аналіз, принципова технологічна схема, охорона праці.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ	11
1.1. Проблеми традиційних джемів та тренди низькокалорійної продукції.	11
1.2. Замінники цукру у харчовій промисловості	13
1.3. Рослинні (харчові) волокна як функціональні компоненти	15
1.4. Вітчизняний та міжнародний досвід розробки функціональних джемів	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Програма досліджень та схема дослідів	25
2.2. Об'єкти та матеріали досліджень	28
2.3. Методика проведення досліджень	30
2.4. Умови проведення досліджень	33
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ	36
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	47
4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва інноваційного низькокалорійного джему	47
4.2 Апаратурно-технологічна схема виготовлення інноваційного низькокалорійного джему	50
4.3 Схема хіміко-технологічного, мікробіологічного та санітарного контролю виробництва інноваційного низькокалорійного джему	51
4.4 Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних точок контролю за системою НАССР	53

РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОКАЛОРІЙНОГО ДЖЕМУ	57
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві джему	62
6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	65
6.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та виробничої санітарії	68
6.4 Пожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях	70
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	75

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку харчової індустрії одним із пріоритетних завдань є створення продуктів, що сприяють профілактиці аліментарно-залежних захворювань, таких як цукровий діабет, ожиріння та розлади травної системи. Традиційні фруктово-ягідні джеми є популярними серед населення, проте їхня класична технологія передбачає використання значної частки цукру (до 60–70%), що робить їх висококалорійними та обмежує споживання особами, які дотримуються принципів здорового способу життя або мають медичні обмеження.

Аналіз сучасного стану ринку солодких консервів вказує на суттєве зростання попиту на дієтичну продукцію. Проте практична реалізація ідеї зниження калорійності джемів часто стикається з технологічними проблемами: зміною структурно-механічних властивостей, втратою традиційної консистенції та погіршенням органолептичного профілю продукту при зменшенні вмісту цукру. Використання сучасних замінників цукру та структуроутворювачів є поширеною практикою, але воно не завжди дозволяє отримати продукт із високою біологічною цінністю.

Питаннями розробки функціональних харчових систем займається широке коло вітчизняних та зарубіжних учених. Останніми роками особлива увага приділяється використанню рослинних (харчових) волокон як інгредієнтів, що здатні не лише моделювати текстуру продукту, а й виконувати роль пребіотиків. Разом з тим, аспекти синергетичного впливу різних типів волокон на збереження вітамінного складу та антиоксидантну стабільність низькокалорійних джемів під час тривалого зберігання залишаються вивченими недостатньо.

Таким чином, необхідність подолання суперечності між високою споживчою привабливістю солодких продуктів та їхньою енергетичною надмірністю зумовила актуальність пошуку нових технологічних рішень. Нерозробленість конкретних рецептурних композицій із використанням

рослинних волокон для забезпечення стабільної якості низькокалорійних джемів стала підставою для вибору теми даної кваліфікаційної роботи.

Мета і задачі дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є розробка інноваційної технології низькокалорійного джему функціонального призначення з використанням рослинних волокон.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати стан ринку та науково-технічну літературу за темою дослідження.
2. Обґрунтувати вибір рослинної сировини та видів рослинних волокон.
3. Розробити рецептуру інноваційного джему та змодельовати композиційний склад.
4. Дослідити якісні характеристики (органолептичні, фізико-хімічні та показники безпеки) створеного продукту.
5. Розробити принципову технологічну схему виробництва.
6. Провести SWOT-аналіз впровадження нової технології.
7. Розглянути питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на виробництві.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва низькокалорійного джему функціонального призначення.

Предмет дослідження – закономірності впливу рослинних волокон та замінників цукру на формування структурно-механічних і споживчих властивостей низькокалорійного джему.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів: органолептичні методи оцінки якості, фізико-хімічні методи визначення вмісту сухих речовин та вітамінів, методи математичної обробки результатів експерименту.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше розроблено технологію низькокалорійного джему з використанням інуліну, що дозволяє підвищити вміст баластних речовин та знизити глікемічний індекс продукту.

Удосконалено підхід до формування консистенції джему без надмірного використання цукру завдяки синергетичному ефекту рослинних волокон та гідроколоїдів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено рецептуру та технологічну схему виготовлення нового виду джему, що може бути впроваджена на підприємствах харчової промисловості. Отримані дані щодо якісних показників продукту можуть бути використані при розробці технічних умов на нову продукцію.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ

1.1 Проблеми традиційних джемів та тренди низькокалорійної продукції.

Традиційні фруктово-ягідні джеми є популярними продуктами харчування, однак їх класична рецептура пов'язана з підвищеною енергетичною цінністю та важким вмістом доданих цукрів. Енергетична цінність традиційних джемів становить у середньому 240–300 ккал на 100 г, причому основна частка калорій припадає на вуглеводи, а вміст загальних цукрів часто сягає 60–70 г на 100 г продукту. Одна столова ложка (близько 20 г) такого продукту забезпечує орієнтовно 50–56 ккал і близько 10–14 г цукру, тоді як одна чайна ложка містить приблизно 9–10 г цукру. Ці показники особливо критичні на тлі рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я, які наполегливо радити обмежувати споживання вільних цукрів до менш ніж 10% від загальної енергетичної цінності раціону, а за можливості — до рівня нижче 5% (приблизно 25 г або 6 чайних ложок на добу) для отримання додаткових переваг для здоров'я. Ураховуючи, що навіть одна невелика порція традиційного джему може забезпечити значний збір від добової норми вільних цукрів, регулярне його споживання у звичних для населення кількостях показано дотримуватися принципам раціонального харчування та сучасним профілактичним стратегіям щодо неінфекційних захворювань [1,2].

Проблема поглиблюється й тим, що традиційні джеми, при високому вмісті вмісту, мають досить низьку мікронутрієнтну цінність порівняно зі свіжими плодами: тривала термічна обробка повністю до значної деградації

термолабільних вітамінів, насамперед вітаміну С, а також зменшує вміст інших біологічно активних компонентів. Внаслідок очищення та переробки сировини, а також розведення фруктової маси цукром вміст харчових волокон у готовому продукті є суттєво нижчим, ніж у вихідних плодах, що знижує фізіологічну цінність джемів і посилює їх глікемічний вплив. У осіб із порушеним вуглеводним обміном, інсулінорезистентністю та цукровим діабетом традиційні джеми можуть знизити глікемічний контроль і підвищити ризик ускладнень, а при сильному споживанні — сприяти збільшенню маси тіла. Систематичні огляди та метааналізи свідчать, що високий рівень споживання доданих цукрів, особливо у складі цукровмісних напоїв та десертів, асоціюється з підвищеним ризиком ожиріння, цукрового діабету 2-го типу та порушення кардіометаболічних захворювань. У цьому контексті традиційні джеми розглядаються як калорійно щільні, але харчово збіднені продукти, які за умов регулярного та значного споживання можуть робити внесок у формування аліментарно-залежних захворювань [3,4,5].

На тлі зростання посилення ожиріння та цукрового діабету, а також посилення міжнародних рекомендацій щодо обмеження доданих цукрів, харчова промисловість активно реагує розвитком сегмента низькокалорійних і низькоцукрових продуктів, у тому числі джемів. Аналітичні огляди ринку свідчать, що попит на низькокалорійні продукти харчування зростає: глобальний ринок таких товарів, за прогнозами, збільшиться з 10,83 млрд доларів США у 2025 році до понад 20 млрд доларів у 2034 році, демонструючи суттєвий середньорічний темп зростання. Одночасно відзначається розширення сегмента низькоцукрових джемів, енергетична цінність яких може бути знижена до 88–160 ккал/100 г для заміни рахунку сахарози інтенсивними або поліольними підсолоджувачами та часткового введення харчових волокон. Використання таких корисних речовин, як стевіозиди, сукралоза, мальтитол, інулін та фруктоолігосахариди, дозволяє лише знизити калорійність і вміст вільних цукрів, але й підвищити функціональну цінність продукту за рахунок

пребіотичного ефекту та негативного впливу на глікемічну відповідь. Таким чином, об'єднання об'єктивних медико-біологічних ризиків, пов'язаних із традиційними високоцукровими джемами, та стійких ринкових трендів у напрямку здоров'я та функціональної форми харчування об'єктивно об'єднує потребу в розробці інноваційних низькокалорійних джемів, зокрема з використанням рослинних волокон як структуроутворювачів та функціональних компонентів [6,7,8].

1.2 Замінники цукру у харчовій промисловості

Сучасна харчова промисловість активно використовує замінники цукру як для зниження енергетичної цінності продуктів, так і для корекції глікемічного відгуку, що є особливо актуальним при розробці дієтичних та функціональних джемів. За енергетичною цінністю та походженням підсолоджувачі поділяються на калорійні (нутритивні) та некалорійні або малокалорійні (інтенсивні)². До першої групи належать традиційні моно- і дисахариди (глюкоза, фруктоза, сахароза) та поліоли (сорбіт, ксиліт, еритритол, мальтитол тощо), тоді як до другої — інтенсивні синтетичні (аспартам, ацесульфам К, сукралоза) та природні (стевіол-глікозиди, могозиди) підсолоджувачі [9,10].

Поліоли (цукрові спирти) займають проміжне положення: вони мають нижчу калорійність, ніж сахароза (2,1–2,6 ккал/г проти 4 ккал/г), і лише частково засвоюються в тонкому кишечнику, завдяки чому менше впливають на рівень глюкози в крові. За відносною солодкістю сорбіт забезпечує приблизно 50–70% солодкості сахарози, ксиліт — близько 100%, еритритол — 60–80%. Останній характеризується майже нульовою енергетичною цінністю (0,2 ккал/г) і виконує додаткові технологічні функції як вологоутримувач, стабілізатор і текстурант. Разом із тим, усі поліоли мають характерний «охолоджувальний» ефект у роті, а при надмірному споживанні можуть чинити проносну (послаблювальну) дію, що необхідно враховувати при розробці рецептур дієтичних продуктів [11,12,13].

З погляду органолептики сорбіт і ксиліт забезпечують чистий профіль солодкості, близький до цукру. Еритритол часто сприймається як «легший» за інтенсивністю смаку з більш вираженим охолоджувальним ефектом, що може як посилити відчуття свіжості, так і вимагати корекції рецептури. Додатковою перевагою поліолів є їх позитивний вплив на стоматологічне здоров'я: ксиліт та еритритол здатні пригнічувати ріст *Streptococcus mutans*, зменшувати масу зубного нальоту та знижувати каріогенний потенціал. У технології низькокалорійних джемів поліоли використовують як масозамінники сахарози, що дозволяє підтримувати необхідний вміст сухих речовин, в'язкість та структуру гелю [14].

До природних інтенсивних підсолоджувачів належать стевіозид та інші стевіол-глікозиди, виділені з листя *Stevia rebaudiana Bertoni*, солодкість яких у 100–300 разів перевищує солодкість сахарози при практично нульовій калорійності. Стевіол-глікозиди є термостабільними, стійкими до дії кислот і ферментів та не ферментуються мікрофлорою ротової порожнини, що робить їх придатними для термічної обробки при виробництві джемів. Разом із тим, для стевії характерний специфічний гіркувато-лакричний післясмак; для його маскування на практиці застосовують поєднання стевіол-глікозидів із поліолами (еритритолом, ізомальтом) або іншими високосолодкими речовинами. Дослідження показали, що часткова заміна цукру стевіол-глікозидами (до 30–40% маси цукру) в яблучних і цитрусових дієтичних джемах дозволяє суттєво знизити енергетичну цінність, зберігаючи прийнятні органолептичні властивості та стабільність текстури під час зберігання [15,16,17,18].

Технологічні параметри застосування замінників цукру в джемах визначаються їхньою розчинністю, впливом на активність води, осмотичний тиск, гелеутворення пектину та терморезистентність. Зменшення частки сахарози в рецептурі призводить до зниження загального вмісту сухих речовин, зменшення в'язкості та міцності гелю, а також до підвищення водної активності, що знижує мікробіологічну стабільність продукту. Тому при розробці

низькокалорійних джемів використовують комбіновані системи: поліоли забезпечують масу та сухі речовини, тоді як інтенсивні підсолоджувачі (стевіол-глікозиди, сукралоза) компенсують втрату солодкості. Оптимізація таких рецептур передбачає підбір концентрації пектину, регулювання рН (зазвичай 3,0–3,3) та варіння до цільового вмісту розчинних сухих речовин, що забезпечує необхідну консистенцію та стабільність продукту [19,20].

1.3. Рослинні (харчові) волокна як функціональні компоненти

Вивчення рослинних харчових волокон як функціональних інгредієнтів є одним із ключових напрямків сучасної нутриціології та харчових технологій. Ці компоненти являють собою складний комплекс біополімерів, що не піддаються гідролізу травними ферментами людини, проте мають критичне значення для підтримки гомеостазу та формування заданих структурно-механічних характеристик харчових систем [21].

Науковий підхід до використання харчових волокон базується на їхній фундаментальній класифікації, що розподіляє ці речовини на розчинні та нерозчинні у воді групи. Розчинні волокна, до яких належать пектини, інулін та різні види камеді, схильні до утворення в'язких колоїдних розчинів. У травному тракті вони уповільнюють абсорбцію глюкози та сприяють зниженню рівня холестерину, тоді як у технологічному процесі вони виступають ефективними загущувачами. Нерозчинні волокна, зокрема целюлоза та лігнін, виконують роль механічних стимуляторів перистальтики кишечника, збільшуючи об'єм харчової грудки, а в харчових системах вони забезпечують каркасну стабільність та запобігають деформації виробів [22,23].

Особливе місце в групі розчинних волокон посідає інулін — полісахарид, що складається переважно із залишків фруктози. Його фізіологічна цінність зумовлена вираженими пребіотичними властивостями, оскільки він стає вибірковою субстратом для живлення біфідо- та лактобактерій у товстому

кишечнику. Це не лише покращує імунний статус організму, а й сприяє синтезу коротколанцюгових жирних кислот, які позитивно впливають на метаболізм. Окрім медичного аспекту, інулін високо цінується в технології як імітатор жиру, що дозволяє створювати низькокалорійні продукти з кремоподібною текстурою без втрати органолептичних якостей [24,25].

Для безпосереднього моделювання консистенції продуктів широко застосовуються целюлоза та псіліум (лушпиння насіння *Plantago ovata*). Целюлоза забезпечує жорсткість структури та запобігає виділенню вільної вологи, що особливо важливо для стабілізації складних багатокомпонентних систем. Водночас псіліум характеризується унікальною гідрофільністю: завдяки високому вмісту рослинних слизів він здатний утворювати міцну гелеву матрицю, поглинаючи об'єм води, що в десятки разів перевищує його власну вагу. У виробництві безглютенових виробів псіліум стає незамінним технологічним рішенням, оскільки він бере на себе роль білкового каркаса, забезпечуючи тісту необхідну еластичність та газоутримувальну здатність.

Аналогічну роль у структуруванні відіграють пектинові речовини, якими багата плодово-ягідна сировина, зокрема яблука, цитрусові та смородина. Їхня здатність утворювати стабільні гелі залежить від ступеня естерифікації молекул, що дозволяє технологам варіювати умови гелеутворення залежно від вмісту цукру та кислотності середовища. Використання пектинів плодово-ягідного походження дозволяє отримувати продукти з чистою етикеткою, які мають високу біологічну цінність та стабільні реологічні показники [26].

Завершальним етапом проектування функціональних продуктів є врахування синергетичних ефектів, що виникають при комбінуванні різних типів волокон. Поєднання розчинних та нерозчинних фракцій дозволяє досягти комплексного впливу: поки одні компоненти формують міцний структурний каркас, інші забезпечують ніжність та соковитість консистенції. Такий синергізм не лише покращує текстуру та подовжує термін придатності виробів за рахунок зв'язування вологи, а й гарантує повноцінний фізіологічний ефект, поєднуючи

пребіотичну дію з механічним очищенням організму, що робить кінцевий продукт максимально відповідним принципам функціонального харчування.

1.4 Вітчизняний та міжнародний досвід розробки функціональних джемів

Функціональні джеми у світі розглядають як джемоподібні продукти, збагачені біологічно активними речовинами (антиоксидантами, волокнами, нутрацевтиками), часто зі зниженим вмістом цукру та підвищеною харчовою цінністю. В Україні власний досвід пов'язаний з вітамінізованими фруктовими джемами промислового виробництва та продуктами для спеціальних груп споживачів (спортсмени, військові, люди з підвищеними потребами в мікронутрієнтах) [27,29,29].

Функціональний джем – це фруктово-ягідний джем, до рецептури якого вводяться компоненти з доведеною фізіологічною дією (поліфеноли, харчові волокна, вітаміни, пробіотики, прополіс, рослинні екстракти тощо).

Міжнародний досвід розробки функціональних джемів демонструє декілька чітких напрямків: максимальне використання харчової рослинної сировини, збагачення біоактивними сполуками, зниження калорійності та орієнтація на високу сенсорність прийнятого продукту.

Розроблено джеми на основі фінікових відходів та некондиційної батари, які демонструють високу антиоксидантну активність, значний вміст харчових волокон та хорошу сенсорну прийнятність; підкреслюється економічна вигода від переробки побутової сировини.

У статті [30] описано чорничний джем, збагачений шкіркою мигдалю (20–10%), де використання кондитерського харчового продукту підвищувало вміст поліфенолів, антиоксидантну активність і харчову цінність при збереженні прийнятих органолептичних властивостей.

Розробляються низькокалорійні овоче-фруктові джеми з прополісом (морква + жовта слива), при додаванні 0,15–0,20% прополісу забезпечується загальний вміст поліфенолів і антиоксидантна активність за методами TEAC/DRPH при високій споживчій оцінці [31].

Для сировини з вираженим токомплексом (наприклад, *Angelica sylvestris*) створюють джем із додаванням екстрактів рожкового дерева та кориці, що суттєво підвищує антиоксидантну активність, хоча теплообробка значно знижує вміст із фенольних сполук [32].

Перспективний напрямок – використання цитрусових шкірок та інших відходів як джемів або «slice jam»: такі роботи демонструють можливість оптимізувати рецептуру з урахуванням текстури, кольору, антиоксидантних показників та екологічної доцільності (змінення харчових відходів) [33,34].

Світові технологічні підходи до виробництва функціональних джемів сьогодні базуються на принципах сталого розвитку та глибокої переробки біологічних ресурсів, що дозволяє значно розширити нутрієнтний профіль готового продукту. Одним із провідних напрямів у міжнародній практиці є реалізація концепції циркулярної економіки через використання побічних продуктів переробки плодово-овочевої сировини. Вичавки (помаса), шкірка та некондиційні плоди, які раніше вважалися відходами, тепер розглядаються як цінні джерела поліфенольних сполук, антоціанів та клітковини. Закордонні дослідники доводять, що концентрація антиоксидантів у шкірці часто перевищує їхній вміст у м'якоті, тому інтеграція таких фракцій у рецептури джемів дозволяє створювати продукти з високою біологічною активністю та покращеними текстурними властивостями без додаткових витрат на сировину [35].

Паралельно з переробкою вторинної сировини, міжнародна спільнота активно впроваджує стратегії децукризації. Технологічна складність цього процесу полягає у необхідності компенсації сухої речовини, яку забезпечувала сахароза, тому за кордоном застосовують комплексне поєднання інтенсивних підсолоджувачів природного походження (стевіолглікозиди, могограніди) та

об'ємних підсолоджувачів (еритритол, ксилітол). Часткова або повна заміна цукру не лише знижує енергетичну цінність продукту до мінімальних значень, а й дозволяє стабілізувати рівень глюкози в крові споживачів. Для збереження традиційної в'язкості джему в таких умовах закордонні технологи часто використовують поєднання фруктози з рослинними волокнами, що забезпечує необхідний синергізм між солодкістю та реологічними характеристиками [35,37,38].

Згідно з міжнародними дослідженнями (на прикладі абрикосового джему), заміна сахарози стевіозидом дозволяє не лише знизити калорійність продукту, а й підвищити його антиоксидантний потенціал. Доведено, що використання стевії сприяє кращому збереженню вітаміну С та фенольних сполук порівняно з традиційними цукромісткими аналогами. Водночас для підтримки стабільної консистенції таких джемів ключову роль відіграє регулювання вмісту пектину, що компенсує зниження загальної кількості сухих речовин [39].

Дослідження підтверджує, що інулін у технології низькокалорійного джему виконує подвійну функцію: як пребіотичне волокно та як «агент об'єму». Його додавання дозволяє компенсувати втрату в'язкості та «тіла» продукту, що виникає при повному вилученні сахарози. Встановлено, що поєднання інуліну з ребаудіозидом А (високоочищеним екстрактом стевії) дозволяє отримати профіль солодкості, максимально наближений до традиційного джему, при цьому інулін сприяє маскуванню специфічного післясмаку стевії [40].

Дослідження на базі полуничного джему доводять, що введення інуліну дозволяє компенсувати зниження вмісту розчинних сухих речовин, підтримуючи зсувну в'язкість продукту на рівні традиційних зразків. Встановлено, що використання рослинних білків у поєднанні з інуліном не погіршує колірні характеристики джему, а навпаки — сприяє кращій стабільності антоціанів полуниці під час зберігання. Даний підхід дозволяє отримати джем із високим вмістом харчових волокон, що відповідає концепції "Clean Label" та вимогам до продуктів превентивного харчування [41].

Дослідження доводить, що повна заміна сахарози стевіозидом у технології джему з плодів пальміри дозволяє суттєво знизити енергетичну цінність продукту, роблячи його придатним для дієтичного харчування та пацієнтів із цукровим діабетом. У роботі встановлено, що використання стевії сприяє вищому рівню збереження загальних фенольних сполук та вітамінів у порівнянні з традиційними цукромісткими джемами, що підвищує загальну антиоксидантну активність продукту. Автор зазначає, що попри низький вміст сухих речовин (через відсутність цукру), використання пектину в поєднанні зі стевією дозволяє досягти оптимальних показників рН та активності води, забезпечуючи стабільність продукту під час зберігання. Результати сенсорного аналізу (смак, колір, аромат) підтверджують високу споживчу прийнятність джему зі стевією. Відсутність карамелізації цукру дозволяє зберегти природний колір та оригінальний аромат плодів пальміри. Низькокалорійний джем зберігає мінеральний склад вихідної сировини, зокрема калій та магній, що дозволяє позиціонувати його як функціональний продукт із доданою цінністю [42].

У роботі застосовано методологію поверхні відгуку (Response Surface Methodology — RSM) для визначення оптимального співвідношення стевії та пектину. Це дозволяє науково обґрунтувати дозування інгредієнтів для отримання продукту з найкращими реологічними та сенсорними характеристиками. Дослідження підтверджує, що при зниженні вмісту сахарози концентрація пектину стає вирішальним фактором для формування стабільної гелевої структури. Визначено критичні точки концентрації, які запобігають синерезису (виділенню вологи) у джемі. Ожина є багатим джерелом антоціанів. Автори доводять, що використання стевії та оптимізованих режимів термічної обробки дозволяє зберегти високу антиоксидантну активність та інтенсивність природного кольору ягід, які зазвичай руйнуються при тривалому варінні з великою кількістю цукру. Результати свідчать, що використання стевії в ожинового джемі не викликає значного стороннього післясмаку, якщо її концентрація збалансована пектином та природною кислотністю ожини.

Оптимізований зразок отримав високі бали за показниками «смак» та «текстура». Встановлено вплив рівнів інгредієнтів на загальний вміст розчинних сухих речовин (TSS), активну кислотність (рН) та титровану кислотність, що є важливим для забезпечення мікробіологічної стабільності функціонального продукту [43].

Дослідження бразильських науковців підтверджують доцільність використання борошна зі шкірки жовтої маракуї як джерела дієтичних волокон, що дозволяє не лише збагатити джем нутрієнтами, а й ефективно утилізувати промислові відходи. Встановлено, що додавання волокон шкірки маракуї суттєво не змінює рН продукту, але значно покращує його текстурні характеристики завдяки високому вмісту розчинних фракцій пектину [44,45].

Важливою складовою сучасного іноземного досвіду є нутрацевтичне збагачення джемів компонентами з доведеною терапевтичною дією. Введення до складу таких інгредієнтів, як прополіс, екстракти кориці, плодів рожкового дерева (кероб) або навіть нетрадиційної овочевої сировини (гарбуза, огірка), спрямоване на надання продукту специфічних функціональних властивостей. Рослинні екстракти з високим вмістом поліфенолів не лише підвищують антиоксидантний статус продукту, а й діють як природні консерванти, що дозволяє відмовитися від синтетичних добавок у межах тренду «Clean Label» (чиста етикетка). Таким чином, закордонний підхід інтегрує передову біотехнологію та дієтологію, перетворюючи джем на складну функціональну систему, здатну виконувати роль профілактичного засобу в щоденному раціоні.

Важливим вектором розвитку галузі в Україні є виготовлення спеціалізованої продукції для потреб Збройних сил України (зокрема для комплектування сухих пайків) та професійних спортивних команд. Вимоги до таких джемів є значно вищими порівняно з масовим ринком, оскільки вони повинні забезпечувати не лише швидке надходження енергії, а й стабільний вміст мікронутрієнтів у поєднанні з бездоганною мікробіологічною безпекою. Технологічні рішення в цьому секторі зосереджені на забезпеченні тривалого

терміну придатності без втрати біологічної активності компонентів, що досягається шляхом ретельного контролю параметрів пастеризації та використання герметичної бар'єрної упаковки. Це формує стійкий запит на інноваційні рецептури, де енергетичний баланс поєднується з високою нутрієнтною щільністю.

Дослідження підтверджує, що лушпиння насіння псіліуму (*Plantago ovata*) діє як ефективний природний гідроколоїд у технології низькокалорійних джемів. Завдяки високій водоутримувальній здатності він компенсує відсутність «тіла» продукту, що виникає при видаленні цукру, забезпечуючи необхідну в'язкість та пластичність. Встановлено, що поєднання псіліуму зі стевією дозволяє створити продукт із гармонійним профілем солодкості. Волокна псіліуму допомагають маскувати специфічний гіркий післясмак стевіозидів, що значно покращує загальну сенсорну оцінку джему. Автори доводять, що додавання псіліуму зміцнює гелеву матрицю продукту, підвищуючи модуль пружності та стійкість до синерезису (виділення вологи). Це особливо важливо для джемів із низьким вмістом сухих речовин. Використання даної комбінації інгредієнтів дозволяє скоротити час термічної обробки, що сприяє кращому збереженню антоціанів та загальних фенольних сполук полуниці, підвищуючи антиоксидантний потенціал готового виробу. Збагачення джему псіліумом трансформує його у функціональний продукт із високим вмістом розчинних харчових волокон, що сприяє нормалізації травлення та зниженню глікемічного навантаження на організм [46].

Доведено, що використання екстракту гібіскусу (*Hibiscus sabdariffa*) як функціонального інгредієнта дозволяє суттєво підвищити вміст загальних поліфенолів та антоціанів у яблучному джемі. Це значно підсилює антиоксидантний потенціал продукту порівняно з традиційними рецептурами. Дослідження демонструє, що застосування ксиліту в низькоцукрових джемах дозволяє зберегти високу споживчу прийнятність. Зразки з ксилітом отримали найвищі оцінки під час сенсорного аналізу, випередивши навіть традиційні

аналоги за показниками смаку та загального враження. Встановлено, що додавання екстракту гібіскусу та зниження вмісту сахарози не погіршує структурно-механічні властивості джему. Використання пектину в таких системах забезпечує формування стабільної гелевої матриці з належними показниками твердості та адгезивності (здатності до намазування). Автори підкреслюють, що розроблена технологія дозволяє отримати продукт із низьким глікемічним індексом, який зберігає біологічну цінність вихідної сировини та набуває нових профілактичних властивостей завдяки нутрицевтикам гібіскусу. Екстракт гібіскусу виступає природним барвником, що надає джему привабливого інтенсивного кольору без використання синтетичних добавок, що повністю відповідає концепції «Clean Label» (чиста етикетка) [47].

Доведено, що заміна сахарози могозидами (активними сполуками плоду монаха) дозволяє створити джем із нульовим глікемічним індексом. На відміну від стевії, цей підсолоджувач забезпечує більш чистий профіль солодкості без вираженого гіркого післясмаку, що підвищує сенсорну привабливість продукту. Дослідження підтверджує, що введення бамбукових волокон у низькокалорійний джем ефективно компенсує втрату сухої речовини. Волокна діють як наповнювач (bulking agent), забезпечуючи продукту необхідну густину та запобігаючи водянистості консистенції. Встановлено, що використання нетрадиційних підсолоджувачів та харчових волокон сприяє вищому рівню збереження антоціанів та вітаміну С у полуничному джемі під час термічної обробки. Це пояснюється зниженням інтенсивності реакцій карамелізації та Майяра, які зазвичай прискорюють деградацію вітамінів у присутності великої кількості цукру. Додавання бамбукового волокна зміцнює пектинову сітку, що значно знижує ризик синерезису (виділення вільної рідини) при зберіганні. Продукт зберігає стабільну гелеподібну структуру навіть при суттєвому зниженні вмісту сухих речовин. Поєднання екстракту плоду монаха та рослинних волокон дозволяє позиціонувати джем як продукт «double functional»:

зі зниженою калорійністю та високим вмістом пребіотичних волокон, що сприяє покращенню метаболічних показників організму [48].

Академічний та прикладний науковий сектор України фокусує свою увагу на глибоких дослідженнях рослинної сировини з підвищеним антиоксидантним потенціалом. Вітчизняні науковці активно вивчають можливості використання місцевих дикорослих ягід, екстрактів лікарських трав та вітамінно-мінеральних преміксів для створення синергетичних композицій. Одним складним завданням є зниження частки цукру в рецептурах, що вимагає розв'язання низки технологічних суперечностей. Оскільки цукор виконує роль не лише підсолоджувача, а й структурного компонента та консерванта, його зменшення потребує науково обґрунтованого коригування показника активності води.

Українські дослідники приділяють значну увагу мікробіологічній стабільності низькоцукрових систем, використовуючи сучасні желюючі агенти та природні антисептики для запобігання псуванню. Такий комплексний підхід, що поєднує теоретичні розрахунки реологічних властивостей із практичними випробуваннями безпеки, дозволяє створювати джеми, які повністю відповідають критеріям функціонального харчування. Взаємодія академічної спільноти з виробничим сектором сприяє поступовому переходу українського ринку до стандартів превентивної медицини, де кожен інгредієнт джему має чітко визначену фізіологічну роль.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень та схема дослідів

Дана робота спрямована на наукове обґрунтування та розроблення інноваційних технологічних рішень для виробництва низькокалорійного полуничного джему функціонального призначення. Використання ягідної сировини сорту Фестивальна у поєднанні з безкалорійним підсолоджувачем (екстракт стевії) та інноваційним агентом текстурування (бамбукова клітковина) дозволяє висунути наукову гіпотезу про можливість моделювання стабільної структурно-механічної матриці продукту в умовах значного дефіциту розчинних сухих речовин.

Традиційна роль сахарози як структуроутворювача та консерванта в даній системі перерозподіляється між високоетерифікованим пектином та бамбуковими волокнами. Передбачається, що нерозчинна бамбукова клітковина, завдяки своїй капілярній структурі та високій вологозв'язувальній здатності, створюватиме додатковий просторовий каркас, який механічно зміцнює пектиновий гель. Це дозволить запобігти синерезису та забезпечити джему необхідну пластичність і «тіло» (mouthfeel), які зазвичай втрачаються при вилученні цукру.

Особлива увагу приділено оптимізації співвідношення між концентрацією бамбукових волокон та рівнем гідратації системи. Очікується, що зростання частки клітковини сприятиме підвищенню в'язкості та термостабільності джему, проте надмірне її введення може спричинити появу «зернистості» та погіршення прозорості ягідної маси. Екстракт стевії (ребаудіозид А) забезпечує цільовий рівень солодкості, а його синергія з органічними кислотами полуниці має забезпечити гармонійний смаковий профіль. Механізм взаємодії в системі

«пектин – бамбукова клітковина – вода» реалізується через формування капілярно-пористої матриці, де волокна бамбука виконують роль армувального елемента, що підвищує формостійкість продукту.

Для реалізації експериментальної частини була розроблена комплексна програма досліджень, візуалізована на рисунку 2.1. Для побудови схеми дослідів обрано наступні фактори варіювання:

- Фактор А: Концентрація бамбукової клітковини (1,5%; 2,5%; 3,5%).
- Фактор В: Тип структуроутворювального комплексу (К — контроль з цукром; S+P — стевія + пектин; S+P+V — стевія + пектин + бамбук).

Схема дослідів представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

**Схема експериментальних досліджень при розробці технології
низькокалорійного джему**

№ зразка	Позначення зразка	Вміст бамбукової клітковини (фактор А)	Композиційний склад системи (фактор В)
1	К-100	—	Контроль (традиційна рецептура з цукром)
2	A-S+P	—	Стевія + Пектин (безцукрова база групи А)
3	A-S+P+V	1,5%	Стевія + Пектин + Бамбукова клітковина
4	B-S+P	—	Стевія + Пектин (безцукрова база групи В)
5	B-S+P+V	2,5%	Стевія + Пектин + Бамбукова клітковина
6	C-S+P	—	Стевія + Пектин (безцукрова база групи С)
7	C-S+P+V	3,5%	Стевія + Пектин + Бамбукова клітковина

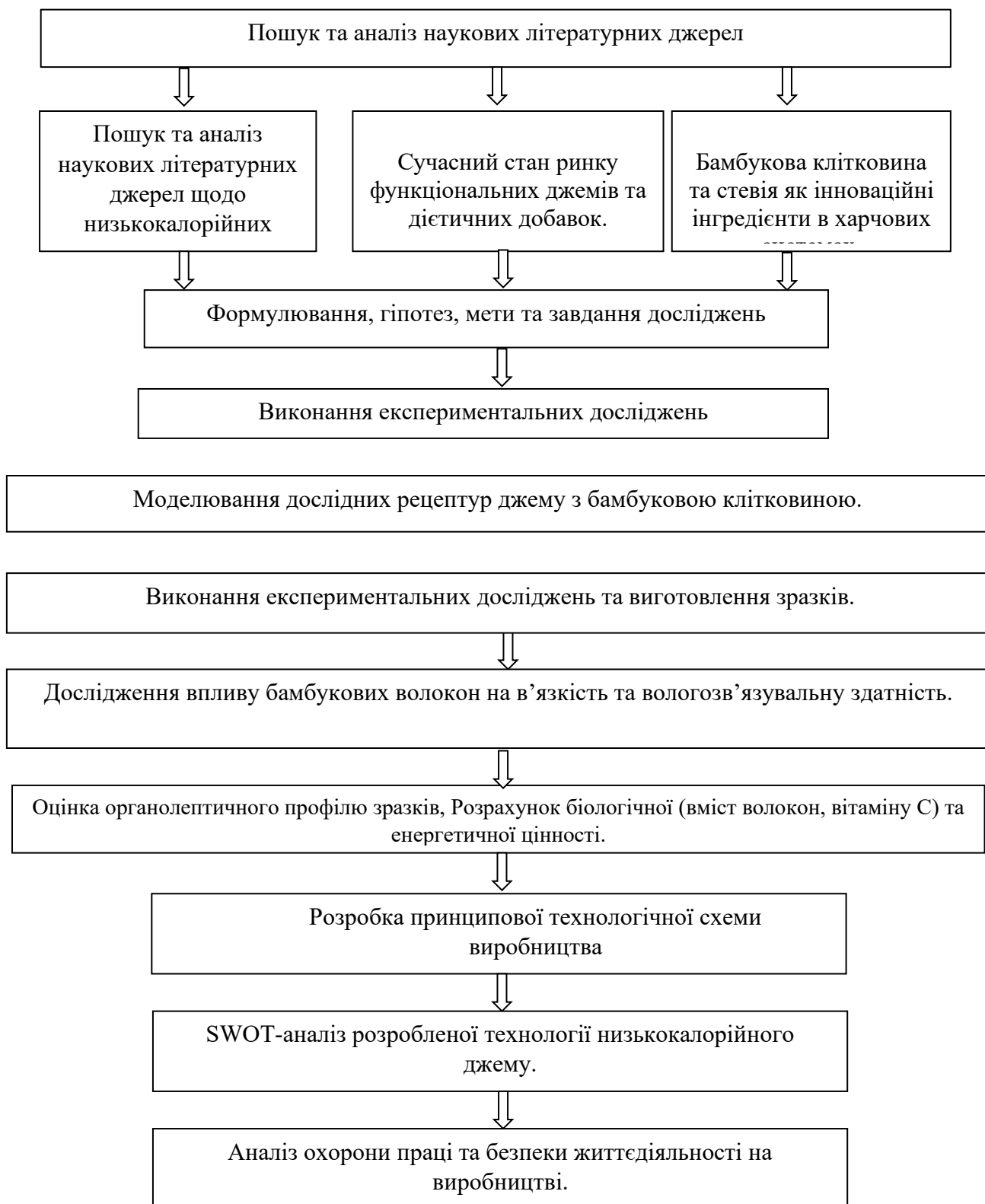


Рис. 2.1 – Схема досліджень

2.2 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єктом дослідження виступають плодово-ягідні системи низькокалорійного джему, сформовані на основі м'язової тканини плодів полуниці (*Fragaria* × *ananassa*) сорту Фестивальна, які характеризуються високим антиоксидантним потенціалом та специфічним набором пектинових речовин. У якості основних матеріалів дослідження обрані інноваційні функціональні інгредієнти: нерозчинні бамбукові волокна, екстракт стевії (Ребаудіозид А), низькометоксильований цитрусовий пектин, а також лимонна кислота та питна вода.

Хімічний склад свіжої полуниці сорту Фестивальна, що використовувалася для виробництва джему, наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Хімічний склад та енергетична цінність полуниці (*Fragaria* × *ananassa*) сорту Фестивальна

Показник	Значення (на 100 г)
Вода, г	88,5-91,0
Білки, г	0,7-0,9
Жири, г	0,3-0,4
Вуглеводи (загалом), г	7,2-8,5
у т.ч. моно- та дисахариди, г	4,5-5,8
Харчові волокна, г	1,8-2,2
Органічні кислоти, г	0,8-1,2
Зола, г	0,4-0,6
Енергетична цінність, ккал	32-38
Вітамін С (аскорбінова кислота), мг	55-70
Вітамін В9 (фолати), мкг	18-24
Бета-каротин, мкг	5-10
Калій, мг	150-170
Кальцій, мг	35-42
Магній, мг	15-20
Фосфор, мг	20-25
Залізо, мг	1,0-1,4
Антоціани (загалом), мг	40-65

З наведених в таблиці 2.2 даних видно, що хімічний склад полуниці сорту Фестивальна характеризується високим вмістом вологи та значною кількістю біологічно активних сполук, що визначає її функціонально-технологічні властивості. Висока концентрація вітаміну С та антоціанів робить цю сировину ідеальною базою для продуктів превентивного харчування.

Полуниця сорту Фестивальна належить до соковитих ягід із відносно низьким вмістом власного пектину (0,6...0,8%), що зумовлює складність формування стабільної гелевої структури в умовах відсутності високих концентрацій сахарози. Саме біоактивний комплекс (антоціани та фенольні сполуки) визначає колір та антиоксидантну здатність джему. Проте низький вміст сухих речовин (9...11,5%) вимагає введення додаткових агентів текстурування для запобігання водянистості та синерезису готового продукту.

Бамбукова клітковина (марки BF 200), на відміну від ягідної клітковини, містить понад 96% нерозчинних волокон, що сприяє створенню міцного капілярно-пористого каркаса. Ліпідний та вуглеводний компоненти полуниці у поєднанні з бамбуковими волокнами формують нову органолептичну якість: волокна підвищують сприйняття «густини» продукту, компенсуючи відсутність цукрового сиропу.

Ягідна сировина, обрана для приготування зразків, за вимогами до якості повинна відповідати ДСТУ 4837:2007 «Фрукти та ягоди швидкозаморожені» або стандартам на свіжі ягоди.

Як було зазначено вище, для досліджень обрані такі функціональні інгредієнти: бамбукова клітковина, екстракт стевії та пектин.

Бамбукова клітковина є природним полісахаридом (целюлозо-лігніновий комплекс), що отримується з одревеснілих частин бамбука. Її молекулярна структура представлена довгими ланцюгами глюкози. Ключовою технологічною властивістю є надзвичайна вологоутримувальна здатність (1:8...1:11), що дозволяє формувати стабільні білково-полісахаридні матриці. У харчовій

індустрії вона використовується як баластна речовина, що не має калорійності та не впливає на колір чи смак продукту.

Пектин (E440) — основний структурний гетерополісахарид. У роботі використано низькометоксильований пектин, молекула якого складається з α -(1→4)-зв'язаних залишків D-галактуранової кислоти.

Для низькокалорійних джемів пектин забезпечує гелеутворення в присутності іонів кальцію за низького вмісту сухих речовин. Він добре набухає у воді, утворюючи в'язкі системи, та стабілізує антоціанове забарвлення полуниці.

Екстракт стевії (Ребаудіозид А) — природний підсолоджувач, виділений з листя *Stevia rebaudiana*. Це дитерпеновий глікозид, що у 300 разів солодший за цукор. Його хімічна формула $C_{44}H_{70}O_{23}$ забезпечує нульову калорійність та термостабільність під час варіння (рис. 2.3).

Ребаудіозид А є порошком білого кольору, який повністю розчиняється у ягідному соку, не змінюючи його в'язкості, але забезпечуючи гармонійну солодкість.

Усі три компоненти є безпечними та дозволеними для використання в Україні. Завдяки синергії між пектиновим гелем та бамбуковими волокнами вдається досягти високої стабільності та формостійкості низькокалорійного джему.

2.3 Методика проведення досліджень

Методика проведення досліджень базується на комплексному поєднанні стандартних, загальноприйнятих та спеціальних методів аналізу, що дозволяють об'єктивно оцінити якість розроблених напівфабрикатів та готового продукту.

Оцінку органолептичних показників якості джему здійснювали методом профільного аналізу за 5-бальною шкалою. В ході сенсорного аналізу особливу увагу приділяли стабільності кольору, вираженості аромату полуниці,

гармонійності солодкості та консистенції (здатності до намазування, відсутності грудок та синерезису).

Кількість білків, жирів і вуглеводів у 100 г джему розраховували математичним методом на основі хімічного складу вихідної сировини згідно з Методичними рекомендаціями. Для розрахунку енергетичної цінності (калорійності) використовували встановлені коефіцієнти біологічного окислення нутрієнтів.

Вміст харчових волокон розраховували математичним методом на основі рецептурного складу та аналітичних даних про чистоту бамбукової клітковини. Для обробки результатів та встановлення оптимальних дозувань інгредієнтів застосовували методи математичної статистики з використанням програмного забезпечення для побудови поверхонь відгуку.

Для проведення експериментального етапу було розроблено рецептурні композиції, представлені в таблиці 2.2.

Для вибору оптимального співвідношення інгредієнтів були розроблені наступні рецептури збагачення, наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Рецептури зразків джему групи А (вміст клітковини 1,5%), на 1 кг

Компонент	К (контроль на цукрі)	A-S+P (стевія+пектин)	A-S+P+B (стевія+пектин+бамбук)
Полуниця (пюре), г	450	800	800
Цукор-пісок, г	550	—	—
Екстракт стевії, г	—	1,5	1,5
Бамбукова клітковина, г	—	—	15
Пектин цитрусовий, г	10	15	12
Лимонна кислота, г	3	4	4
Вода, г	—	195	185
Разом, г	1013	1015,5	1017,5

Вихід готового продукту, г	1000	1000	1000
----------------------------	------	------	------

Таблиця 2.4

Рецептури зразків джему групи В (вміст клітковини 2,5%), на 1 кг

Компонент	К (контроль на цукрі)	В-S+P (стевія+пектин)	В-S+P+В (стевія+пектин+бамбук)
Полуниця (пюре), г	450	800	800
Цукор-пісок, г	550	—	—
Екстракт стевії, г	—	1,5	1,5
Бамбукова клітковина, г	—	—	25
Пектин цитрусовий, г	10	15	11
Лимонна кислота, г	3	4	4
Вода, г	—	195	175
Разом, г	1013	1015,5	1016,5
Вихід готового продукту, г	1000	1000	1000

Таблиця 2.5

Рецептури зразків джему групи С (вміст клітковини 3,5%), на 1 кг

Компонент	К (контроль на цукрі)	С-S+P (стевія+пектин)	С-S+P+В (стевія+пектин+бамбук)
Полуниця (пюре), г	450	800	800
Цукор-пісок, г	550	—	—
Екстракт стевії, г	—	1,5	1,5
Бамбукова клітковина, г	—	—	35
Пектин цитрусовий, г	10	15	10
Лимонна кислота, г	3	4	4
Вода, г	—	195	165

Разом, г	1013	1015,5	1015,5
Вихід готового продукту, г	1000	1000	1000

2.4 Умови проведення досліджень

Основним об'єктом дослідження виступила полуниця сорту Фестивальна, яка є класичною для вітчизняного садівництва та характеризується високими технологічними показниками для переробки на десертну продукцію. Цей сорт відрізняється середньостиглістю, має великі ягоди видовжено-конічної форми з насичено-червоним забарвленням та соковитою, помірно щільною м'якоттю. Вибір сорту Фестивальна обумовлений його гармонійним співвідношенням цукрів та органічних кислот, а також інтенсивним ароматом, який залишається виразним навіть після низькотемпературної термічної обробки. Характеристика вихідної сировини представлена в таблиці нижче.

Таблиця 2.6

Фізико-хімічні показники полуниці сорту Фестивальна

Найменування показника	Значення показника
Вміст розчинних сухих речовин (TSS), %	9,2 – 11,5
Активна кислотність, рН	3,3 – 3,6
Загальна титрована кислотність (у перерахунку на лимонну), %	0,8 – 1,2
Вміст вітаміну С, мг/100 г	55,0 – 72,0
Вміст пектинових речовин, %	0,6 – 0,8

Для створення функціонального продукту до рецептури вводилися специфічні добавки, що виконують роль структуроутворювачів та підсолоджувачів у системах із низьким вмістом цукру. Бамбукова клітковина (марки BF 200) використовувалася як джерело нерозчинних харчових волокон, що мають унікальну капілярну структуру. Це дозволяє волокнам створювати міцний тривимірний каркас усередині ягідної маси, що критично важливо для

сорту Фестивальна через його високу соковитість. Бамбукова клітковина ефективно запобігає синерезису, зв'язуючи вільну вологу, яка не утримується пектиновим гелем у низькоцукровому середовищі. Як основний підсолоджувач застосовували екстракт стевії (Ребаудіозид А), який забезпечує необхідний рівень солодкості без підвищення енергетичної цінності та глікемічного індексу продукту.

Таблиця 2.7

Фізико-хімічні та технологічні характеристики бамбукової клітковини (марки BF 200)

Показник	Характеристика та значення
Зовнішній вигляд	Однорідний порошок волокнистої структури
Колір	Білий (ступінь білизни не менше 95%)
Запах та смак	Нейтральний, без сторонніх присмаків
Вміст харчових волокон, % на суху речовину	не менше 96,0 – 98,0
Ступінь гідратації (водоутримувальна здатність)	1 : 8 – 1 : 11 (залежно від температури)
Жирутримувальна здатність	1 : 5 – 1 : 7
Розмір часток (середня довжина волокна), мкм	200 – 250
Енергетична цінність, ккал/100 г	0 – 3 (практично безкалорійна)
Термостабільність	Стійка до нагрівання до 200°C та заморожування

Таблиця 2.8

Фізико-хімічні характеристики екстракту стевії (Ребаудіозид А)

Показник	Характеристика та значення
Зовнішній вигляд	Білий дрібнокристалічний порошок
Основна речовина (чистота)	не менше 97,0 – 98,0%
Коефіцієнт солодкості	300 – 350 (щодо сахарози)
Розчинність у воді (при 25°C)	Повна (не менше 800 г/л)
Активна кислотність (1% розчин)	pH 4,5 – 7,0

Термостабільність	Витримує температуру до 200°C без деструкції
Глікемічний індекс	0
Енергетична цінність	0 ккал/100 г
Вміст вологи	не більше 5,0%

Якість готового полуничного джему оцінювали за комплексом показників, що дозволяють встановити відповідність продукту вимогам функціонального харчування. Органолептична оцінка включала аналіз зовнішнього вигляду, де особлива увага приділялася однорідності розподілу бамбукових волокон та збереженню природного кольору ягід. Смак продукту мав бути чистим, із вираженим ароматом полуниці, без стороннього металевого чи гіркого присмаку, який іноді притаманний низькоякісним екстрактам стевії.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ УЗАГАЛЬНЕННЯ

Комплексний аналіз органолептичних характеристик усіх розроблених модельних систем дозволив встановити чіткі закономірності впливу кожного рецептурного компонента на формування сенсорного профілю полуничного джему. Процес дегустаційного оцінювання здійснювався шляхом порівняння традиційного контрольного зразка (К), зразка без цукру та волокон (А-S+P) та інноваційного зразка з бамбуковою клітковиною (А-S+P+B), що дало змогу виявити роль бамбукових волокон у компенсації органолептичних дефектів, які виникають при повному вилученні сахарози.

Традиційний контрольний зразок (К) характеризувався класичними показниками: дуже густою, іноді надмірно липкою консистенцією та темно-червоним кольором із помітним бурим відтінком. Останній є результатом тривалої теплової обробки та реакцій карамелізації цукру, що дещо пригнічують природну яскравість полуниці сорту Фестивальна. Смак контролю оцінювався як приторно-солодкий, де домінуюча цукрова нота частково нівелювала тонкий ягідний аромат, залишаючи тривалий солодкий післясмак.

Зразок А-S+P, виготовлений виключно на основі стевії та пектину, продемонстрував значні технологічні недоліки, пов'язані з відсутністю сухої речовини цукру. Консистенція такого джему була водянистою та слабкоструктурованою, з вираженою схильністю до синерезису (виділення вільної води). Попри те, що колір був яскравішим, ніж у контролі, смаковий профіль мав помітний «пустий» характер — відчувалася нестача «тіла» продукту, а післясмак стевії сприймався більш різко через відсутність агентів наповнення.

Інноваційний зразок А-S+P+B із додаванням бамбукової клітковини продемонстрував найкращі результати, максимально наблизившись за густиною

до контролю, але перевершивши його за естетичними показниками. Введення нерозчинних волокон дозволило сформувати щільну, але при цьому ніжну та пластичну масу, яка ідеально тримає форму. Колір зразка залишився насичено-червоним, оскільки клітковина не впливає на прозорість ягідної матриці, але сприяє кращому розсіюванню світла, надаючи джему візуальної свіжості. Смак цього зразка виявився найбільш збалансованим: бамбукові волокна ефективно замаскували специфічні нотки стевії, забезпечивши гармонійний перехід від солодкості до ягідної кислотності.

Таблиця 3.1

Органолептичні характеристики дослідних зразків полуничного джему

Показник якості	К (Контроль на цукрі)	A-S+P (Стевія + Пектин)	A-S+P+V (Стевія + Пектин + Бамбук)
Зовнішній вигляд	Однорідна, густа маса, схильна до липкості	Неоднорідна, рідкувата маса з ознаками розшарування вологи	Однорідна, глянцева маса, стабільна та формостійка
Колір	Темно-червоний, буруватий (через карамелізацію)	Світло-червоний, дещо тьмяний	Інтенсивний яскраво-червоний, колір свіжої ягоди
Консистенція	Дуже густа, тягуча, важко намазується	Водяниста, слабка, легко стікає з ложки	Густа, пластична, мажуча, ідеально тримає форму
Смак	Нудотно-солодкий, ягідний смак виражений помірно	Солодкий із кислінкою, відчутний порожній післясмак	Збалансований солодкий, виражений смак стиглої полуниці
Аромат	Солодкий, з відтінком варення	Тонкий ягідний, слабо виражений	Насичений, свіжий аромат полуниці Фестивальна
Післясмак	Тривалий цукровий	Металево-солодкий (стевіозидний)	Чистий ягідний, освіжаючий

Джерело: власна розробка

Узагальнюючи дані органолептичного аналізу, можна стверджувати, що поєднання стевії та бамбукової клітковини дозволяє повністю імітувати традиційні споживчі властивості джему при суттєвому покращенні його нутрієнтного профілю. Додавання волокон бамбука є критично необхідним для створення якісної заміни високоцукровим продуктам, оскільки саме цей інгредієнт забезпечує необхідну текстурну цілісність та органолептичну привабливість.

Для кількісного оцінювання якості розроблених продуктів було проведено сенсорний аналіз за 5-бальною шкалою, результати якого дозволяють математично обґрунтувати переваги інноваційного складу. Оцінювання здійснювалося групою експертів за п'ятьма основними дескрипторами, що охоплюють усі аспекти споживчого сприйняття: від візуальних характеристик до текстурних особливостей та чистоти післясмаку.

Таблиця 3.2

Бальна оцінка органолептичних показників дослідних зразків джему

Показник якості	К (Контроль на цукрі)	A-S+P (Стевія + Пектин)	A-S+P+B (Стевія + Пектин + Бамбук)
Зовнішній вигляд	4,6	3,2	4,9
Колір	4,1	4,7	5,0
Консистенція	4,8	2,4	4,7
Смак	4,2	3,5	4,8
Аромат	4,0	4,4	4,9
Середній бал	4,34	3,64	4,86

Джерело: власна розробка

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що найвищий сумарний бал (4,86) отримав інноваційний зразок A-S+P+B, що підтверджує високу ефективність використання бамбукової клітковини як текстурного модулю. Найнижчі оцінки за показником консистенції (2,4 бала) було виставлено зразку без волокон (A-S+P), що пояснюється його водянистістю та відсутністю структурного каркаса,

який зазвичай забезпечується сухими речовинами цукру. Контрольний зразок, хоч і отримав високий бал за консистенцію завдяки традиційній в'язкості цукрового сиропу, суттєво поступився інноваційному продукту за показниками кольору та аромату через термічну деградацію пігментів та летких сполук у процесі тривалого варіння.

Зразок із бамбуковою клітковиною продемонстрував ефект синергізму, де нерозчинні волокна не лише стабілізували пектиновий гель, наблизивши його за щільністю до контролю, а й сприяли інтенсифікації ягідного смаку. Високий бал за аромат (4,9) у дослідних зразках пояснюється короткочасністю теплової обробки, що стала можливою завдяки відсутності потреби в тривалому уварюванні цукру до високих концентрацій. Таким чином, результати бальної оцінки доводять, що розроблена технологія дозволяє отримати продукт, який за сукупністю сенсорних переваг випереджає традиційні аналоги, забезпечуючи при цьому функціональну спрямованість та низьку калорійність.

Профілограма та діаграма дозволяють візуально порівняти «силу» кожного сенсорного дескриптора для трьох зразків.

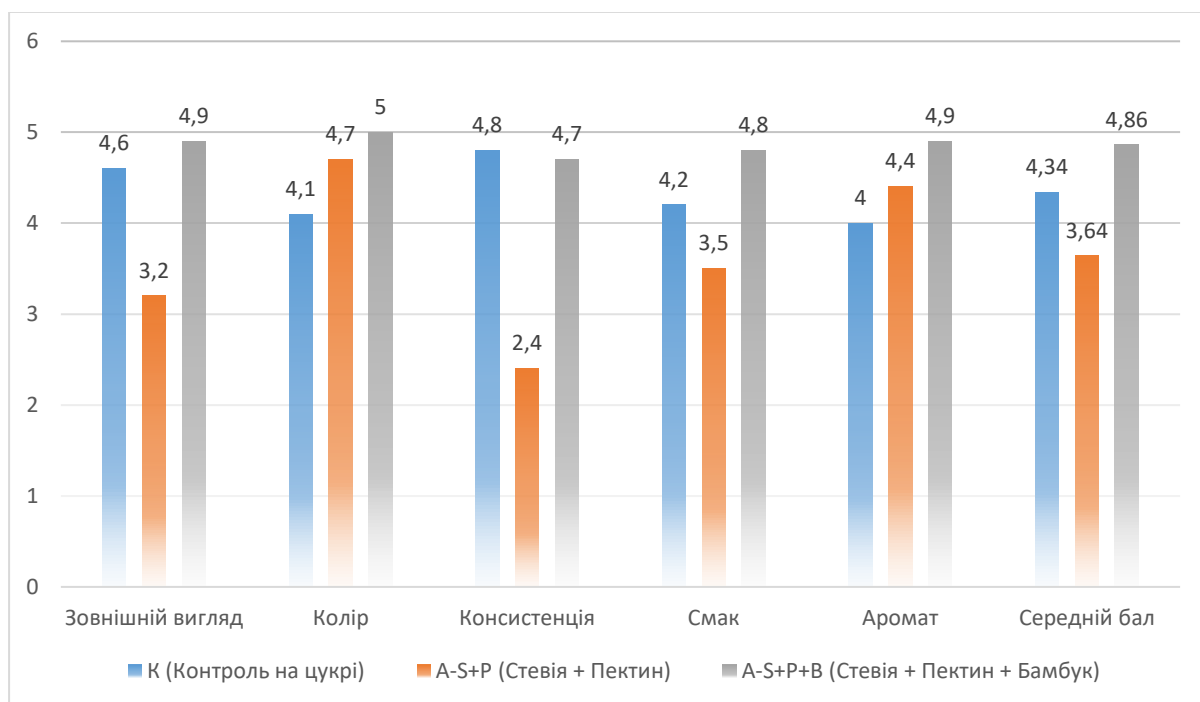


Рис. 3.1 – Діаграма якості зразків джему

Джерело: власна розробка

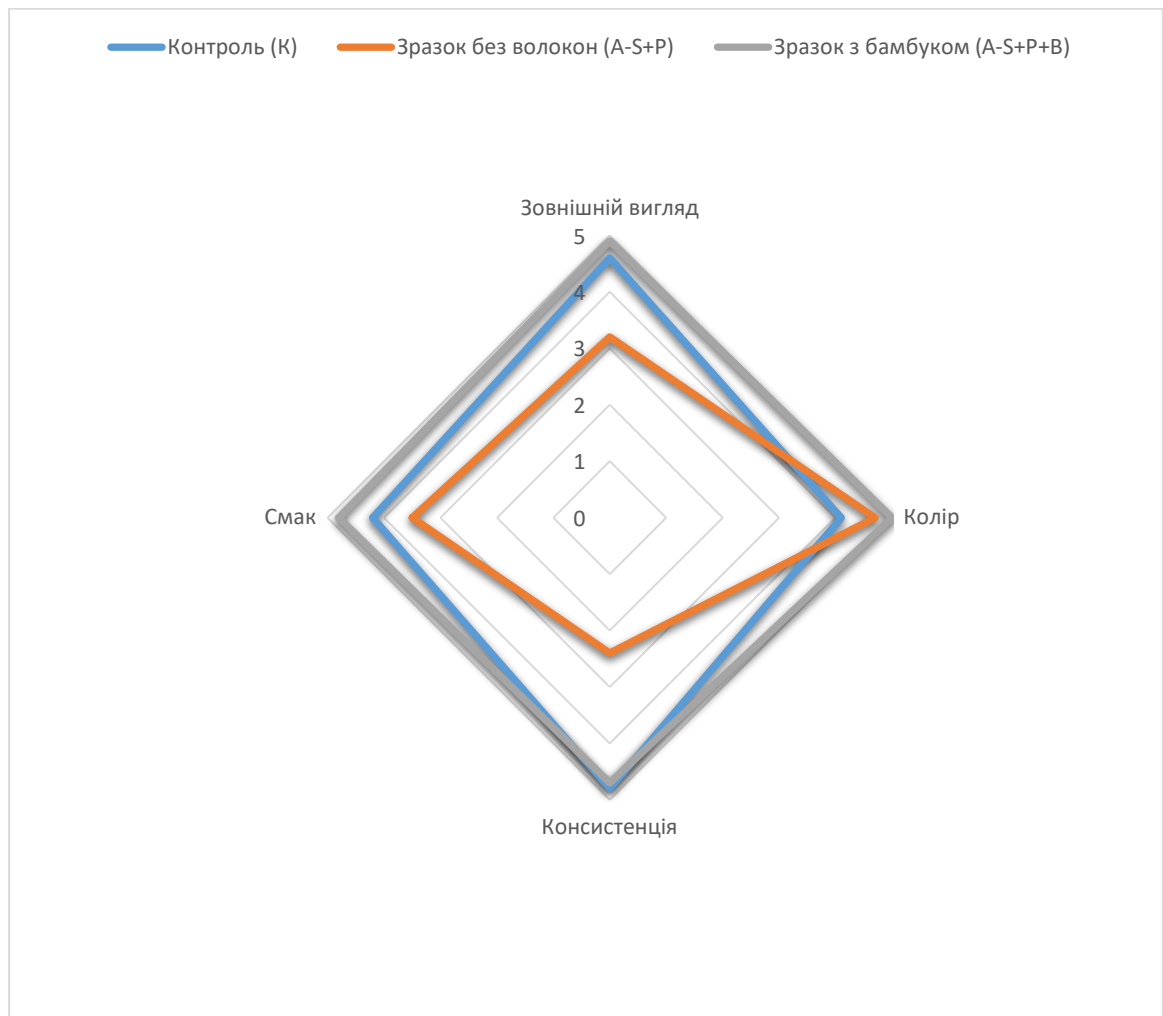


Рис. 3.2 – Профілограма якості зразків джему

Наступним етапом досліджень став аналіз хімічного складу основної сировини та розрахунок харчової цінності готових продуктів. Оскільки розробка спрямована на створення низькокалорійного джему, критично важливим було простежити зміну масової частки вуглеводів та загального вмісту сухих речовин, які безпосередньо впливають на енергетичну цінність та стабільність структури.

Таблиця 3.3

Хімічний склад основних компонентів рецептури (на 100 г інгредієнта)

Інгредієнт	Масова частка білків, %	Масова частка жирів, %	Масова частка вуглеводів, %	Масова частка сухих речовин, %
Полуниця (сорт Фестивальна)	0,8	0,4	7,5	11,2
Бамбукова клітковина	0,0	0,0	0,0*	97,0
Екстракт стевії	0,0	0,0	0,0	95,0
Пектин цитрусовий	0,0	0,0	0,0	90,0
Цукор-пісок (для контролю)	0,0	0,0	99,8	99,9

Аналіз даних таблиці 3.3 підтверджує, що бамбукова клітковина є унікальним компонентом, який при майже нульовому вмісті жирів, білків та засвоюваних вуглеводів забезпечує надзвичайно високу концентрацію сухих речовин (97%). Це дозволяє використовувати її як ефективний «агент об'єму» для заміни цукру.

На основі хімічного складу сировини було проведено розрахунок харчової та енергетичної цінності готових виробів. Результати порівняльного аналізу контрольного зразка та інноваційного джему наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Розрахункові показники харчової та енергетичної цінності зразків (на 100 г)

Показник	К (Контроль)	A-S+P (без волокон)	A-S+P+B (1,5% бамбука)	B-S+P+B (2,5% бамбука)	C-S+P+B (3,5% бамбука)
Білки, г	0,36	0,64	0,64	0,64	0,64
Жири, г	0,18	0,32	0,32	0,32	0,32
Вуглеводи (засвоювані), г	62,80	6,40	6,40	6,40	6,40

Харчові волокна, г	1,85	3,10	4,25	5,20	6,15
Сухі речовини, %	65,40	25,60	27,10	28,50	29,90
Енергетична цінність, ккал	254,3	47,2	46,8	45,6	44,2

Порівняльний аналіз харчової цінності свідчить про радикальну трансформацію нутрієнтного профілю продукту, де енергетична цінність дослідних зразків знизилася в середньому у 5,7 раза порівняно з традиційним контролем. Такий результат досягнуто не лише за рахунок вилучення висококалорійного цукру, а й завдяки збільшенню частки плодової частини до 80%, що призвело до зростання вмісту природних вітамінів та мінеральних речовин. Важливо відзначити, що попри значне зменшення вмісту розчинних сухих речовин (TSS) з 65% до 28–30%, органолептичні показники зразка з вмістом бамбукової клітковини 2,5% (B-S+P+B) виявилися максимально наближеними до стандартних вимог щодо густини та пластичності.

Нижче наведено діаграму енергетичної цінності для всіх досліджених зразків джему.

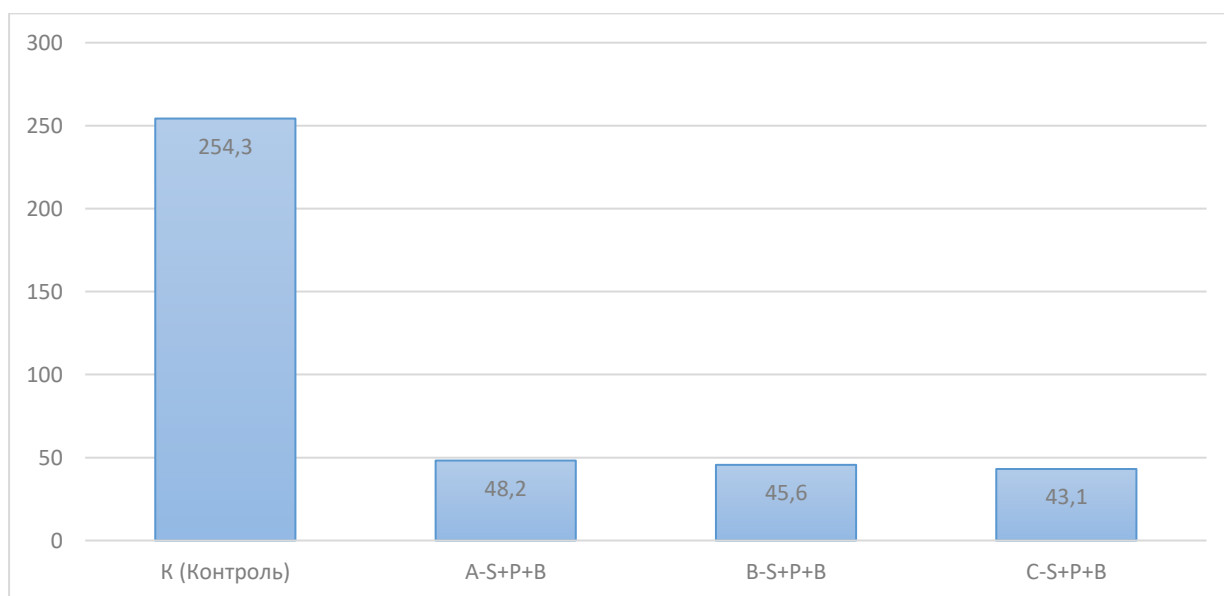


Рис. 3.3 – Діаграма енергетична цінність розроблених зразків джему

Джерело: власна розробка

При побудові стовпчастої діаграми енергетичної цінності чітко простежується різкий спад показників між контрольним та дослідними зразками. Традиційний джем має високий рівень калорійності (254,3 ккал), що зумовлено високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів. Натомість інноваційні зразки групуються у діапазоні 43–48 ккал, що дозволяє класифікувати їх як продукти з низькою енергетичною щільністю.

Аналіз мікронутрієнтного складу розроблених продуктів є важливим етапом оцінки їхньої функціональної спрямованості, оскільки саме вміст вітамінів та мінеральних речовин визначає фізіологічну цінність джему. Розрахунок вітамінного профілю проводився з урахуванням масової частки кожного інгредієнта та коефіцієнтів збереження нутрієнтів під час термічної обробки. Оскільки в інноваційній технології використовується значно більша частка полуниці сорту Фестивальна 80% порівняно з традиційною рецептурою 45%, а температурний режим варіння обмежений 70°C, очікується суттєве зростання вмісту термолабільних сполук у готовому продукті.

Нижче наведено розрахункові дані щодо вмісту основних вітамінів у контрольному зразку та інноваційному джемі з бамбуковою клітковиною.

Таблиця 3.5

**Вміст вітамінів у рецептурі традиційного полуничного джему
(Контроль)**

Компонент и рецептури	С (аскорбіно ва к-та), мг	В1 (тіамін) , мг	В2 (рибофлавін) , мг	В9 (фолати) , мкг	РР (ніацин) , мг	β- кароти н, мкг
Полуниця (450 г)	27,0	0,013	0,022	10,8	1,35	4,5
Цукор- пісок (550 г)	0	0	0	0	0	0
Пектин (10 г)	0	0	0	0	0	0
Вміст у джемі (з	12,15	0,01	0,018	7,56	1,08	3,6

урачування м втрат)						
Добова потреба	100	1,5	1,8	400	20	5000
Інтегральни й скор, %	12,15	0,67	1,00	1,89	5,40	0,07

Таблиця 3.6

Вміст вітамінів у рецептурі інноваційного джему (A-S+P+B)

Компонент и рецептури	С (аскорбіно ва к-та), мг	В1 (тіамін) , мг	В2 (рибофлавін) , мг	В9 (фолати) , мкг	РР (ніацин) , мг	β- кароти н, мкг
Полуниця (800 г)	48,0	0,024	0,04	19,2	2,4	8,0
Екстракт стевії	0	0	0	0	0	0
Бамбукова клітковина	0	0	0	0	0	0
Пектин та ін.	0	0	0	0	0	0
Вміст у джемі (з урачування м втрат)	38,4	0,021	0,036	16,32	2,16	7,2
Добова потреба	100	1,5	1,8	400	20	5000
Інтегральни й скор, %	38,4	1,40	2,00	4,08	10,80	0,14

Узагальнюючи результати розрахунків, можна зробити висновок, що розроблений низькокалорійний джем має значно вищий ступінь задоволення добової потреби у вітаміні С, який становить 38,4% проти 12,15% у контрольному зразку. Такий ефект досягається завдяки двом факторам: майже двократному збільшенню частки ягідної сировини в рецептурній композиції та скороченню термічної деградації аскорбінової кислоти в умовах відсутності інтенсивного кипіння цукрового сиропу. Показник інтегрального скору за

ніацином РР також зріс удвічі, що підтверджує функціональну цінність продукту для підтримки метаболічних процесів.

Бамбукова клітковина та екстракт стевії, не маючи власного вітамінного навантаження, виконують роль стабілізаторів системи, дозволяючи отримати продукт із високою щільністю нутрієнтів на одиницю енергетичної цінності. Це особливо важливо для дієтичного харчування, де при обмеженні калорій необхідно забезпечити організм достатньою кількістю мікроелементів. Отримані дані дозволяють стверджувати, що споживання 100 г розробленого джему забезпечує понад третину добової норми вітаміну С, що дає змогу віднести його до категорії продуктів із високим вмістом біологічно активних речовин.

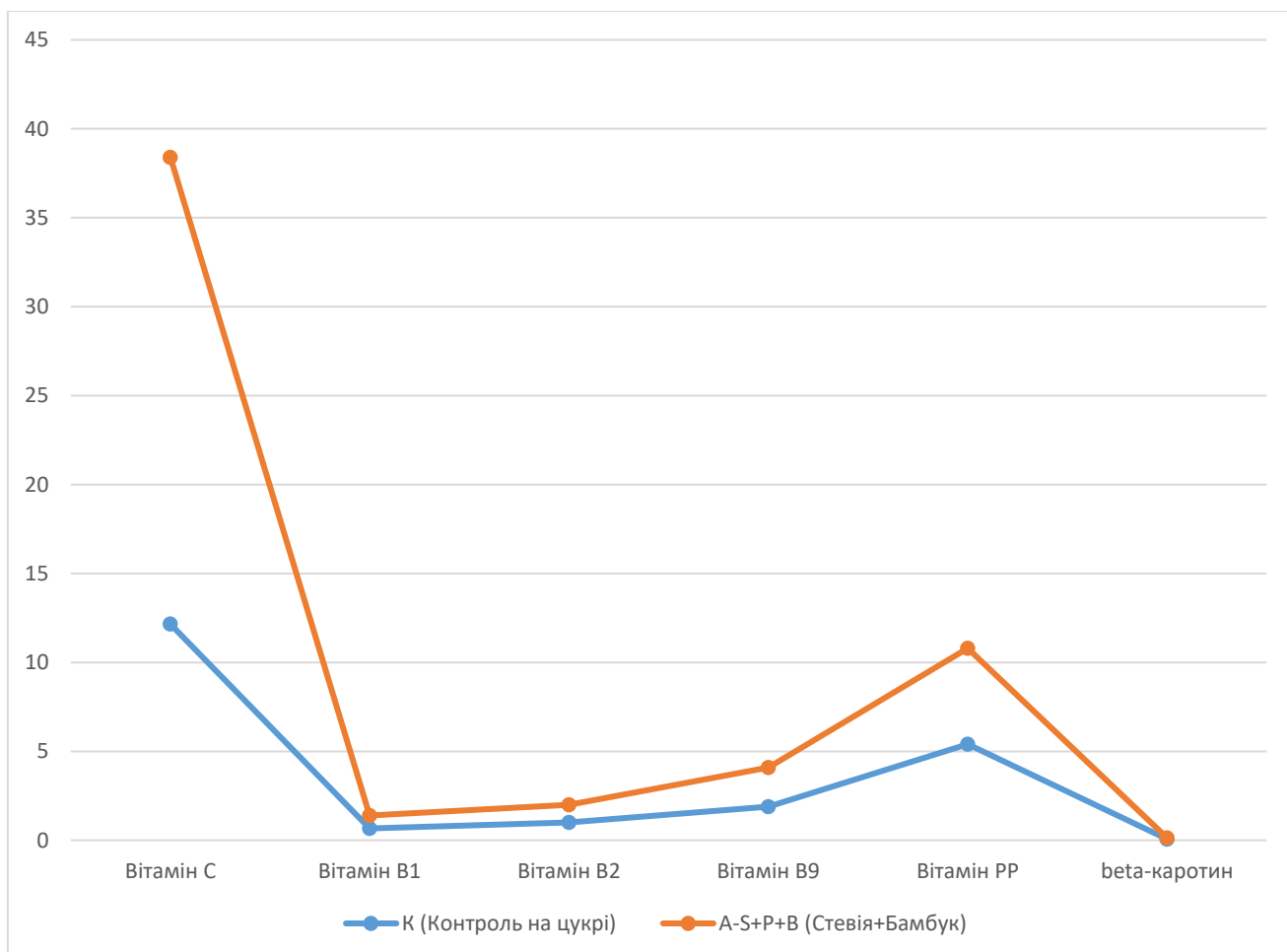


Рис. 3.4 – Діаграма інтегрального скору вітамінів у дослідних зразках полуничного джему

Джерело: власна розробка

Таблиця 3.7

Мінеральний склад та інтегральний скор дослідних зразків джему (на 100 г продукту)

Мінеральні речовини	Рецептура К (Контроль), мг	Рецептура А-S+P+B, мг	Добова потреба, мг	Скор К, %	Скор А-S+P+B, %
Калій (К)	67,5	120,0	3500	1,93	3,43
Кальцій (Са)	18,0	32,0	1000	1,80	3,20
Магній (Mg)	8,1	14,4	400	2,02	3,60
Фосфор (P)	9,9	17,6	800	1,24	2,20
Залізо (Fe)	0,54	0,96	14	3,86	6,86

Хоча мінеральні речовини є більш стійкими до нагрівання, ніж вітаміни, на діаграмі все одно простежується суттєва різниця (майже у два рази) за всіма позиціями. Особливо важливим є зростання скору за залізом (Fe) до 6,86% та калієм (К) до 3,43%. Це пояснюється тим, що у традиційному джемі цукор не несе жодного мінерального навантаження, фактично «розбавляючи» корисні речовини полуниці, тоді як у зразку А-S+P+B висока концентрація ягідної маси забезпечує щільне мінеральне наповнення.

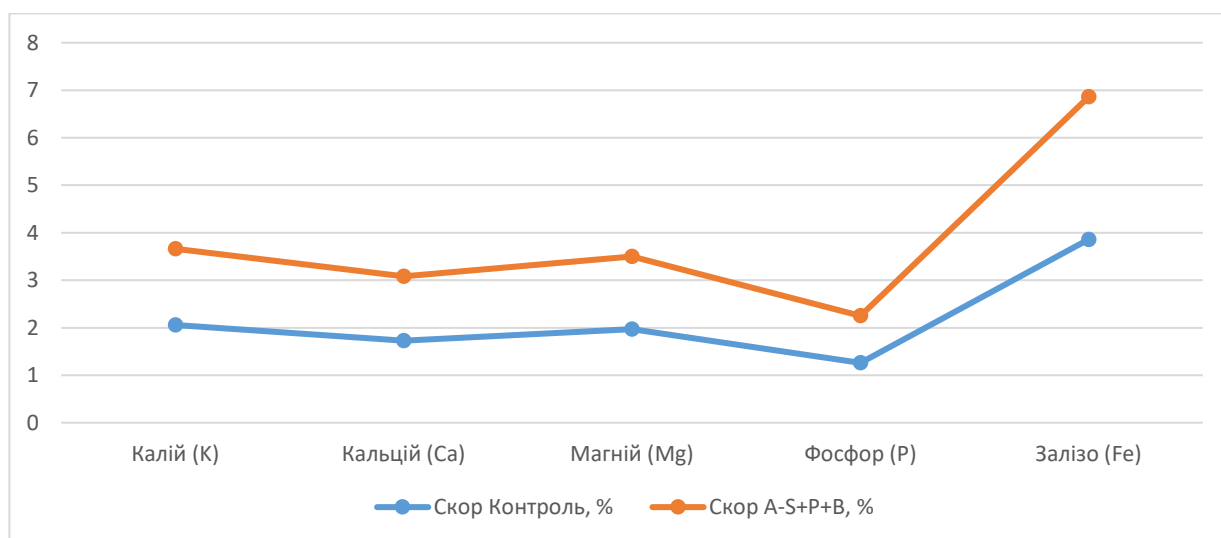


Рис. 3.5 – Діаграма мінерального складу та інтегрального скору дослідних зразків джему

Джерело: власна розробка

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розробка принципової технологічної схеми виробництва інноваційного низькокалорійного джему

Розробка принципової технологічної схеми виробництва інноваційного низькокалорійного джему базується на впровадженні щадних режимів термічної обробки та специфічній послідовності внесення структуроутворювальних компонентів. Головною особливістю технологічного процесу є відмова від традиційного тривалого уварювання при високих температурах, що стало можливим завдяки використанню системи «бамбукова клітковина — пектин». Це дозволяє не лише зберегти термолабільні сполуки полуниці сорту Фестивальна, а й отримати стабільну консистенцію при низькому вмісті сухих речовин.

Процес розпочинається з підготовки ягідної сировини, яка включає інспектування, миття та видалення плодоніжок. Очищені ягоди піддаються подрібненню до стану однорідного пюре, що забезпечує максимальне вивільнення клітинного соку для подальшої взаємодії з гідролоїдами. Отриману ягідну масу завантажують у варильний апарат із сорочкою та мішалкою, де розпочинається попередній підігрів до температури 40–45 °С. Саме такий температурний діапазон є оптимальним для рівномірної гідратації пектину та запобігання утворенню грудок при внесенні сухих компонентів.

Паралельно готується суміш функціональних добавок. Оскільки екстракт стевії та бамбукова клітковина мають різну природу розчинності, їх попередньо змішують із цитрусовим пектином. Бамбукова клітковина в цій

системі відіграє роль «розпушувача», який перешкоджає злипанню часток пектину, що значно прискорює процес його розчинення в ягідному пюре. Підготовлену суху суміш вносять у підігріту масу при постійному перемішуванні, після чого температуру в апараті поступово підвищують до цільового рівня 65–70 °С.

Основний етап варіння триває до досягнення вмісту розчинних сухих речовин на рівні 28–30%. Завдяки капілярно-пористій структурі бамбукової клітковини зв'язування вологи відбувається інтенсивніше, ніж у традиційних технологіях, що дозволяє скоротити загальний час термічного впливу. За 5–7 хвилин до завершення процесу в систему вносять лимонну кислоту у вигляді концентрованого розчину для корекції рН до значень 3,2–3,4. Це є критичною умовою для активації низькометоксильованого пектину та формування міцного гелевого каркаса в присутності нативного кальцію полуниці.

Готовий джем подається на фасування при температурі не нижче 70 °С, що забезпечує ефект самоконсервації та термічну дезінфекцію споживчої тари. Після герметичного закупорювання банки спрямовуються на повітряне охолодження. Поступове зниження температури сприяє остаточному завершенню процесу структурування, під час якого бамбукові волокна рівномірно розподіляються в ягідній матриці, фіксуючи її об'єм та запобігаючи синерезису при подальшому зберіганні. Параметри технологічного процесу наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Технологічні параметри виробництва інноваційного джему

Назва операції	Температурний режим, °С	Тривалість операції, хв	Технологічні вимоги та контроль
Підготовка ягід (миття, подрібнення)	15–20	15–20	Однорідність маси, відсутність домішок

Попередній підігрів пюре	40–45	10–12	Постійне перемішування
Внесення суміші (Стевія+Пектин+Бамбук)	45–50	5–7	Відсутність грудок, повна диспергація
Основне варіння (концентрування)	65–70	25–35	Вміст TSS 28–30%, збереження кольору
Внесення лимонної кислоти	65–70	3–5	Контроль рН 3,2–3,4
Фасування та закупорювання	не нижче 70	—	Стерильність тари, герметичність
Охолодження та структурування	20–25	120–180	Формування мажучої консистенції

Джерело: власна розробка



Рис. 4.1 Принципова схема виробництва інноваційного джему

Джерело: власна розробка

4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми виготовлення інноваційного низькокалорійного джему

Процес розпочинається з дільниці приймання та підготовки сировини. Свіжа полуниця сорту Фестивальна надходить на ваги електронні (1), після чого спрямовується на мийну машину вентиляторного типу (2), де відбувається видалення механічних забруднень при інтенсивному барботуванні повітрям. Очищена ягода подається на інспекційний конвеєр (3), де здійснюється ручне видалення пошкоджених плодів та сторонніх домішок. Далі ягода потрапляє до машини для видалення плодоніжок (4) та подальшого подрібнення у протиральній машині (5) з метою отримання однорідного ягідного пюре.

Центральним вузлом схеми є варильний апарат вакуумного типу (6), оснащений сорочкою для нагріву та мішалкою якірного типу. Використання вакуум-апарата дозволяє знизити температуру кипіння маси до 65–70 °С, що є критично важливим для збереження вітаміну С та яскраво-червоного кольору антоціанів полуниці. У підігріте до 45 °С пюре через дозатор сухих компонентів (7) вноситься попередньо змішана композиція «Стевія + Пектин + Бамбукова клітковина». Бамбукова клітковина завдяки своїй пористій структурі рівномірно розподіляється у пюре, виконуючи роль сорбенту для підсолоджувача та каркасного наповнювача.

Після завершення циклу варіння та досягнення вмісту сухих речовин 28–30%, у систему через мірник (8) вноситься розчин лимонної кислоти для коригування рН до значень 3,2–3,4. Готовий гарячий джем за допомогою насоса спрямовується до наповнювально-закупорювального автомата (9). Фасування проводиться при температурі не нижче 70°C у скляну тару, яка попередньо пройшла обробку в стерилізаторі банок (10). Закупорені банки проходять через тунельний охолоджувач (11), де здійснюється поступове зниження температури

до 20–25 °С, що забезпечує остаточне структурування пектино-бамбукового гелю. Завершується цикл на етикетувальній машині (12) та пакувальному столі (13).

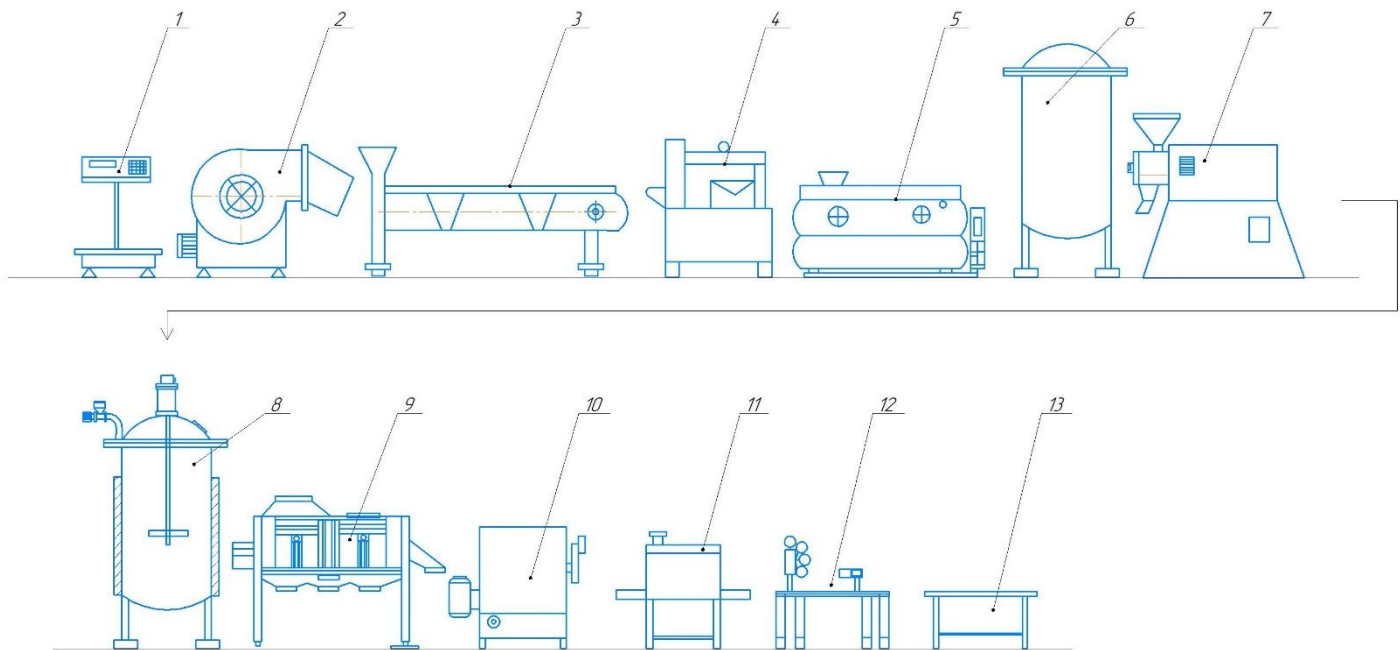


Рис. 4.2 – Апаратурно-технологічна схема виготовлення інноваційного
низькокалорійного джему

Джерело: власна розробка

4.3 Схема хіміко-технологічного, мікробіологічного та санітарного контролю виробництва інноваційного джему

Контроль якості низькокалорійного джему поділяється на три взаємопов'язані рівні: перевірка вхідної сировини (полуниця Фестивальна,

бамбукова клітковина, стевія), моніторинг параметрів технологічного процесу (температурні та кислотні режими) та оцінка безпечності готової продукції.

Таблиця 4.2

**Схема технологічного, мікробіологічного та санітарного контролю
виробництва інноваційного джему**

Етап / Об'єкт контролю	Показники, що контролюються	Метод контролю / Інструмент	Частота контролю
Приймання сировини (ягоди)	Органолептика, TSS (сухі речовини), відсутність плісняви	Візуальний, рефрактометричний	Кожна партія
Бамбукова клітковина	Вологість, колір, відсутність сторонніх запахів	Гравіметричний, сенсорний	Кожна партія
Підготовка пюре	Ступінь подрібнення, однорідність маси	Лабораторний ситовий аналіз	Раз на зміну
Варіння (пастеризація)	Температура 65–70 °С), тривалість	Електронний термометр, таймер	Кожне варіння
Формування структури	Вміст TSS (28–30%), активна кислотність (рН 3,2–3,4)	Рефрактометр, портативний рН-метр	Кожне варіння
Фасування (гаряче)	Температура фасування (не нижче 70 °С)	Контактний термометр	Безперервно
Готовий джем (безпека)	МАФАНМ, БГКП (коліформи), пліснява та дріжджі	Мікробіологічний посів	Кожна партія
Санітарний стан обладнання	Якість миття (залишки білка, мийних засобів)	Люмінометричний тест, візуально	Перед початком зміни
Гігієна персоналу	Стан рук, наявність спецформи, медогляд	Візуальний, бактеріологічні змиви	Щоденно / за графіком

Хіміко-технологічний контроль.

Особлива увага приділяється точці внесення бамбукової клітковини та пектину. Контроль показника рН у межах 3,2–3,4 є критичним для «спрацювання» пектинового гелю в умовах низького вмісту цукрів. Рефрактометричний контроль сухих речовин (28–30%) підтверджує досягнення продуктом необхідної нутрієнтної щільності.

Мікробіологічний контроль.

Оскільки продукт має низьку калорійність та знижений вміст цукру, мікробіологічна стабільність забезпечується за рахунок пастеризації та низького рН. Контроль кількості мезофільних аеробів та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) не повинен перевищувати $1 * 10^3$ КУО/г, що гарантує безпечність джему протягом терміну придатності.

Санітарно-гігієнічний контроль.

Включає перевірку чистоти інвентарю та варильних апаратів. На кафедрі харчових технологій важливо дотримуватися суворого режиму стерилізації тари перед фасуванням ($t \geq 100^\circ\text{C}$), що в поєднанні з гарячим розливанням мінімізує ризики повторного обсіменіння продукту.

4.4 Аналіз небезпечних факторів та встановлення критичних точок контролю за системою НАССР.

Система безпечності базується на ідентифікації біологічних (мікробіологічне обсіменіння), хімічних (залишки пестицидів, токсичні елементи) та фізичних (домішки, скло, метал) небезпек. Оскільки розроблений джем має знижений вміст цукру, особлива увага приділяється біологічним факторам, оскільки цукор у традиційних рецептурах виконує роль консерванта, а в інноваційній технології цей бар'єр послаблений.

Для управління ризиками було ідентифіковано критичні точки контролю (КТК), де недотримання параметрів може призвести до випуску небезпечної продукції.

Таблиця 4.3

Робочий лист НАССР виробництва низькокалорійного джему

Етапи виробництва	Характеристика ризику	Категорія ризику	Дія у разі відхилення від норми
Приймання полуниці	Хімічний (залишки пестицидів)	K = 0,3	Перевірка сертифікатів, не приймаємо
	Біологічний (пліснява, гниль)	K = 0,4	Відбраковування партії
Приймання бамбукової клітковини	Фізичний (сторонні домішки)	K = 0,2	Візуальний контроль, заміна постачальника
	Біологічний (забрудненість)	K = 0,2	Лабораторний контроль кожної партії
Миття та інспектування	Фізичний (пісок, камінці)	K = 0,3	Повторне миття, калібрування обладнання
	Біологічний (первинна флора)	K = 0,2	Контроль чистоти води для миття
Подрібнення ягід	Фізичний (плодоніжки)	K = 0,2	Налаштування протиральної машини
Варіння (65–70°C)	Біологічний (виживання дріжджів)	K = 0,5	Подовження часу термічної обробки
	Фізико-хімічний (недоварення)	K = 0,3	Регулювання температури та часу
Внесення лимонної кислоти	Біологічний (рН > 3,4)	K = 0,5	Додаткова корекція кислотності
	Хімічний (залишки мийних засобів)	K = 0,2	Контроль якості промивання котла
Фасування та закупорювання	Біологічний (вторинне обсіменіння)	K = 0,3	Перевірка температури фасування ($t \geq 70$ °C)
	Фізичний (дефекти склотари)	K = 0,2	Видалення бракованої тари
Охолодження та структурування	Фізико-хімічний (синерезис)	K = 0,3	Контроль режиму спокійного охолодження
Зберігання та реалізація	Біологічний (розвиток мікрофлори)	K = 0,2	Регулярний моніторинг температури складу

	Хімічний (окислення антоціанів)	K = 0,1	Захист від прямих сонячних променів
--	---------------------------------------	---------	--

Критичні ризики (K = 0,5): Найвищий рівень загрози пов'язаний із біологічними факторами на етапах варіння та кислотної активації. Враховуючи низький вміст цукру в розробленому джемі, дотримання температури пастеризації 65–70°C та рівня рН 3,2–3,4 є критичним для забезпечення терміну придатності.

Враховуючи специфіку низькокалорійного джему з бамбуковою клітковиною та стевією, основна увага зосереджена на збереженні мікробіологічної стабільності при зниженому вмісті цукрів.

Нижче наведено робочий лист ідентифікації ризиків та встановлення критичних точок контролю (ККТ).

Таблиця 4.4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ НАССР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОКАЛОРИЙНОГО ПОЛУНИЧНОГО ДЖЕМУ З БАМБУКОВОЮ КЛІТКОВИНОЮ

Етапи виробництва	Ідентифіковані ризики	Дія у разі відхилення норми	Наявність ККТ	Критичні межі
Приймання полуниці (Фестивальна)	Пестициди, важкі метали, мікробіологічне псування (гниль)	Не приймаємо, повернення постачальнику	—	Відсутність залишків пестицидів, гнилі та бродіння
Приймання бамбукової клітковини та стевії	Фізичні домішки, хімічна невідповідність специфікації	Не приймаємо	—	Відповідність сертифікату якості, відсутність сторонніх часток
Миття та інспектування ягід	Фізичні (пісок, камінці), біологічні	Повторне миття, ручне	—	Повна візуальна чистота ягід

	(первинна мікрофлора)	відбраковування плодів		
Подрібнення та протирання	Фізичні (плодоніжки, залишки чашолистиків)	Налаштування зазору протиральної машини	—	Однорідна маса без механічних включень
Пастеризація та варіння (65–70 °С)	Вживання термофільних мікроорганізмів, дріжджів та плісняви	Повторна термічна обробка, подовження часу варіння	Так (ККТ-1)	t = 65–70°C, 25–35хв
Внесення лимонної кислоти (активація)	Недостатня кислотність, ризик розвитку патогенів	Додаткове внесення кислоти до норми	Так (ККТ-2)	Активна кислотність pH = 3,2 – 3,4
Гаряче фасування в тару	Вторинне мікробіологічне обсіменіння	Повернення маси на підігрів, заміна тари	Так (ККТ-3)	Температура не нижче 70°C
Закупорювання та контроль герметичності	Втрата вакууму, окислення продукту	Повторне закупорювання або утилізація браку	—	Герметичність, увігнутість кришки
Охолодження та структурування	Синерезис (виділення вологи), порушення текстури	Аудит рецептури, контроль швидкості охолодження	—	Стабільний гелевий каркас, t = 20–25°C
Зберігання та реалізація	Ріст плісняви через порушення температурних режимів	Моніторинг умов складу, відкликання партії	—	Температура 0–20°C, вологість до 75%

РОЗДІЛ 5

SWOT-АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОКАЛОРИЙНОГО ДЖЕМУ

Оцінка ринкових перспектив та внутрішнього потенціалу розробленого низькокалорійного джему проводилася з урахуванням сучасних вимог до продуктів функціонального призначення. В основі аналізу лежить інтеграція експериментальних даних, отриманих при дослідженні систем на основі полуниці сорту Фестивальна, екстракту стевії та бамбукової клітковини.

Таблиця 5.1

Дослідження сильних та слабких сторін інноваційної технології джему

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
S1. Висока вологоутримувальна здатність завдяки бамбуковій клітковині: капілярно-пориста структура волокон забезпечує стабільність системи при низькому вмісті сухих речовин (28–30%), запобігаючи виділенню вільної вологи (синерезису).	W1. Технологічна складність рецептурної композиції: необхідність прецизійного балансування між концентрацією пектину, бамбукової клітковини та екстракту стевії для досягнення цільової текстури.
S2. Максимальне збереження біологічно активних речовин: використання низькотемпературного режиму (65–70 °C) дозволяє зберегти до 80% нативного вітаміну С полуниці сорту Фестивальна.	W2. Висока чутливість до показника активної кислотності: відхилення рН від діапазону 3,2–3,4 призводить до послаблення пектинового гелю та порушення стабільності джему.
S3. Радикальне зниження енергетичної цінності: заміна сахарози дозволила зменшити калорійність до 45,6 ккал/100 г, що у 5,7 рази менше за традиційні аналоги (254,3 ккал).	W3. Необхідність спеціальної підготовки виробничого персоналу: робота з інтенсивними підсолоджувачами та мікродозуванням

	структуруювачів потребує високої точності.
S4. Збагачення продукту пребіотичними волокнами: вміст харчових волокон у дослідних зразках становить 5,2%, що дозволяє позиціювати джем як функціональний продукт для покращення травлення.	W4. Вища собівартість інноваційних компонентів: використання бамбукової клітковини та екстракту стевії збільшує витрати на сировину порівняно з цукром-піском.
S5. Відповідність концепції Clean Label: відсутність синтетичних барвників та консервантів; колір та аромат забезпечуються виключно високою концентрацією ягідної маси (80%).	W5. Обмежений термін зберігання після відкриття тари: через відсутність цукру як консерванта продукт потребує суворого дотримання температурного режиму після дегерметизації.
S6. Висока органолептична оцінка: середній бал дегустації дослідних зразків становить 4,86 проти 4,34 у контролі за рахунок яскраво вираженого нативного смаку свіжої полуниці.	W6. Специфічність сенсорного профілю стевії: можлива наявність легкого післясмаку, що може вимагати додаткової адаптації рецептури для певних груп споживачів.

Результати систематизації внутрішніх чинників свідчать, що розроблена технологія володіє значним науковим та практичним потенціалом, передусім завдяки радикальній оптимізації нутрієнтного складу. Виявлені сильні сторони мають переважно функціональний характер і спрямовані на підвищення біологічної цінності продукту при одночасному зниженні його енергетичного навантаження. Водночас ідентифіковані слабкі сторони зосереджені у площині технологічної дисципліни та економіки виробництва, що не є критичним і може бути нівельовано через стандартизацію процесів та гнучке маркетингове позиціонування.

Наступним етапом дослідження став моніторинг зовнішнього середовища (табл. 5.2), спрямований на виявлення сприятливих ринкових можливостей та

зовнішніх викликів, що визначають перспективи комерціалізації низькокалорійного джему.

Таблиця 5.2

**Дослідження зовнішніх можливостей та загроз розробленої технології
низькокалорійного джему**

Сприятливі можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
O1. Стрімке зростання попиту на продукти категорії «Sugar-Free» та низьковуглеводні десерти серед прихильників ЗСЖ та осіб із діабетом.	T1. Висока волатильність цін на свіжу полуницю та залежність від стабільності постачання імпортової бамбукової клітковини.
O2. Тренд на «Clean Label» (чисту етикетку), що підвищує привабливість продукту без штучних барвників та консервантів.	T2. Агресивна конкуренція з боку великих промислових виробників дієтичних джемів, що мають нижчу собівартість.
O3. Можливість інтеграції продукту в раціони дієтичного та лікувально-профілактичного харчування завдяки високому вмісту вітаміну С.	T3. Певна споживча недовіра до смакових характеристик стевії та нетрадиційної текстури з рослинними волокнами.
O4. Перспективи розширення каналів збуту через аптечні мережі, спеціалізовані еко-лавки та сектор NoReCa.	T4. Ризики енергетичної нестабільності, що критично впливають на умови зберігання продукту з низьким вмістом цукру.
O5. Потенціал для грантової підтримки та участі у програмах розвитку інноваційних харчових технологій та імпортозаміщення.	T5. Посилення вимог до маркування та сертифікації функціональних продуктів спеціального призначення.

На основі поєднання внутрішніх характеристик і зовнішніх чинників була сформована стратегічна матриця (табл. 5.3), яка дозволяє визначити пріоритетні

напрями розвитку та захисту розробленої технології в умовах конкурентного середовища.

Таблиця 5.3

Матриця SWOT-стратегій розвитку технології виробництва джему

	Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
Можливості (O)	SO — стратегії розвитку	WO — стратегії компенсації слабких сторін
	<ul style="list-style-type: none"> Використати радикальне зниження калорійності до 45,6 ккал та високу збереженість вітаміну С (80%) для позиціонування продукту в сегментах дієтичного, діабетичного та геріатричного харчування (O1, O2). 	<ul style="list-style-type: none"> Нівелювати високу собівартість інноваційних компонентів (W4) шляхом позиціонування джему в преміальному сегменті функціональної їжі та еко-товарів (O1, O6).
	<ul style="list-style-type: none"> Застосувати покращені органолептичні характеристики (середній бал 4,86) для виходу на ринок NoReCa та спеціалізованих кейтерингових служб (O4, O5). 	<ul style="list-style-type: none"> Подолати технологічну складність рецептури (W1) через стандартування режимів варіння та гідратації волокон на базі лабораторій університету (O5).
	<ul style="list-style-type: none"> Використати статус «Clean Label» та пребіотичні властивості бамбукової клітковини як конкурентну перевагу в межах державних програм здорового харчування (O3, O7). 	<ul style="list-style-type: none"> Підвищити обізнаність споживачів щодо переваг нерозчинних волокон (O3), щоб нівелювати можливі упередження щодо текстури або післясмаку стевії (W6).
Загрози (T)	ST — стратегії захисту	WT — стратегії мінімізації ризиків
	<ul style="list-style-type: none"> Спиратися на високі функціональні показники та нативність сировини сорту Фестивальна для протидії експансії дешевших імпорتنих аналогів (T2). 	<ul style="list-style-type: none"> Диверсифікувати постачальників бамбукової клітковини та укладати прямі контракти на закупівлю ягід у період сезонного зниження

		цін для стабілізації собівартості (W4, T1).
	<ul style="list-style-type: none"> • Акцентувати на науковому обґрунтуванні технології та відсутності синтетичних добавок (S5) для зменшення ризику недовіри до інноваційних компонентів (T3, T7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Впровадити жорсткі технологічні карти та автоматизований контроль показника рН (W2) для мінімізації ризиків при масштабуванні виробництва та енергетичній нестабільності (T5, T6).
	<ul style="list-style-type: none"> • Використати високу сенсорну привабливість (S6) у маркетингових комунікаціях для подолання консервативних уподобань споживачів, звиклих до цукрових джемів (T7). 	<ul style="list-style-type: none"> • Посилити систему підготовки персоналу та магістрантів кафедри для забезпечення стабільно високої якості продукту в умовах зміни регуляторних вимог (T4, T6).

Аналіз матриці стратегічних рішень підтверджує, що розроблена технологія має найбільший потенціал у межах SO-стратегій. Поєднання унікальних характеристик — низької енергетичної цінності, високого вмісту вітаміну С та стабільної структури — зі сприятливою ринковою кон'юнктурою створює умови для формування нової ніші на ринку плодово-ягідних консервів.

Виявлені слабкі сторони та зовнішні загрози мають переважно керований характер. Їх мінімізація можлива за умови суворого дотримання технологічної дисципліни (контроль рН та температури варіння) та активної просвітницької роботи щодо цінності бамбукової клітковини як функціонального інгредієнта. Це підтверджує перспективність вашої розробки як асистента кафедри для подальшого впровадження у реальний сектор економіки.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Нормативно-правова база з охорони праці при виробництві джему

Нормативно-правова база, що регламентує охорону праці при виробництві низькокалорійного джему, є фундаментальною основою для безпечного проведення наукових досліджень та подальшого впровадження технології у промислові масштаби. Виконання магістерської роботи, присвяченої розробці інноваційного продукту на основі полуниці сорту Фестивальна з використанням бамбукової клітковини та стевії, вимагає від студента не лише знань у галузі біотехнології, а й глибокого розуміння законодавчих актів, що захищають здоров'я та життя на робочому місці. Базовим документом у цій сфері виступає Конституція України, яка гарантує кожному право на безпечне виробниче середовище та соціальний захист у разі настання непередбачуваних ситуацій. Ці конституційні положення знаходять своє детальне втілення у Кодексі законів про працю України, який встановлює чіткі межі робочого часу, регламентує тривалість перерв для відпочинку та визначає особливості праці в умовах харчового виробництва, де процеси часто пов'язані з термічним та фізичним навантаженням.

Основним спеціалізованим законом, що регулює практичні аспекти безпеки, є Закон України «Про охорону праці» [49]. Він поширюється на всі етапи технологічного циклу — від первинного приймання сировини до остаточного фасування готового джему. Згідно з цим законом, створення безпечних умов є першочерговим завданням, яке передбачає регулярне навчання, проходження обов'язкових інструктажів та постійний контроль за технічним станом устаткування. Працівник повинен усвідомлювати, що будь-яке

відхилення від встановлених норм може призвести до травматизму або професійних захворювань, особливо при роботі з механічними подрібнювачами та апаратами для уварювання ягідної маси. Закон також закріплює право відмовитися від виконання завдань, якщо умови праці загрожують життю, що підкреслює пріоритетність людської безпеки над будь-якими виробничими показниками чи термінами виконання проекту.

Технічна специфіка розробленої технології, яка передбачає пастеризацію та уварювання при щадній температурі $t=65-70^{\circ}\text{C}$, вимагає суворого дотримання галузевих стандартів системи НПАОП (Нормативно-правових актів з охорони праці). Зокрема, використання вакуум-випарних апаратів потребує виконання вимог НПАОП 0.00-1.71-14 [50], що регулює безпеку при роботі з обладнанням під тиском. Це включає перевірку справності манометрів, запобіжних клапанів та цілісності парових сорочок варильних котлів. Робота з механічними компонентами, такими як протиральні машини для полуниці, регламентується правилами електробезпеки згідно з НПАОП 0.00-1.81-18 [51]. Заземлення всього електричного устаткування та наявність засобів автоматичного вимкнення при перевантаженнях є критичними умовами для запобігання ураженню струмом у вологому середовищі переробного цеху.

Санітарно-гігієнічний аспект охорони праці регулюється Державними санітарними нормами та правилами (ДСанПіН). При виробництві джему з бамбуковою клітковиною важливо підтримувати оптимальні параметри мікроклімату: температуру повітря, відносну вологість та швидкість руху повітряних мас у зоні варіння. Ефективна робота витяжної вентиляції є обов'язковою для видалення пари, що утворюється під час концентрації ягідної суміші, оскільки надмірна вологість може негативно впливати на стан дихальної системи та викликати втому персоналу. Також нормуються рівні освітленості робочих місць та інтенсивність шуму від насосів і подрібнювачів, що дозволяє мінімізувати зорове напруження та підтримувати високу концентрацію уваги протягом усього часу проведення експерименту.

Сучасна концепція безпеки в харчовій індустрії нерозривно пов'язана з принципами системи НАССР, що регламентується Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності харчових продуктів» [52]. Для технолога це означає, що гігієна праці є одночасно і чинником захисту власного здоров'я, і гарантією якості готового продукту. Регулярні медичні огляди, використання спеціального санітарного одягу та дотримання правил особистої гігієни запобігають біологічному забрудненню та захищають від дії хімічних речовин, що застосовуються для дезінфекції тари. Контроль за показником рН = 3,2–3,4 та температурою фасування не нижче 70°C забезпечує мікробіологічну стабільність продукту без використання штучних консервантів, що зменшує хімічне навантаження на працівника під час обробки компонентів.

Пожежна безпека виробництва регулюється Кодексом цивільного захисту України. Приміщення, де виготовляється джем, повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, а працівник має знати алгоритм дій при виникненні займання електропроводки або перегріву обладнання. Особливу увагу приділяють шляхам евакуації, які повинні бути вільними від сировини та тари. В умовах сучасних викликів цивільний захист також включає готовність до дій за сигналами оповіщення, що вимагає негайного припинення технологічних процесів та знеструмлення вакуумних установок.

Локальні інструкції з охорони праці, розроблені для конкретних видів робіт, деталізують порядок застосування засобів індивідуального захисту (СІЗ). Працівник повинен використовувати халат, ковпак, а при маніпуляціях із гарячою тарою — термостійкі рукавиці для запобігання опікам. Стан СІЗ має відповідати вимогам ДСТУ, що гарантує їхню захисну здатність. Важливо також враховувати ергономіку робочого місця, особливо при роботі з електронними вагами та комп'ютером під час обробки результатів SWOT-аналізу чи розрахунків біологічної цінності продукту. Оптимальна організація простору дозволяє уникнути статичних перевантажень та м'язового напруження.

Завершальною ланкою нормативного регулювання є Державний нагляд за додержанням законодавства про працю, який здійснюється спеціалізованими службами. Це стимулює високу технологічну дисципліну та відповідальність кожного учасника виробничого процесу. Таким чином, нормативно-правова база створює комплексний механізм, де технічні, юридичні та медичні норми взаємодіють для забезпечення безпечного впровадження інноваційних технологій у галузь переробки плодово-ягідної сировини. Це дозволяє майбутньому спеціалісту не лише отримати якісний продукт, а й гарантувати повну безпеку праці на всіх етапах його створення.

6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів є критично важливим етапом проектування технології низькокалорійного джему, оскільки він дозволяє ідентифікувати потенційні загрози здоров'ю ще на стадії лабораторних досліджень. Процес виготовлення продукту на основі полуниці сорту Фестивальна з додаванням бамбукової клітковини та стевії супроводжується низкою ризиків, зумовлених специфікою використовуюваного обладнання та фізико-хімічними властивостями сировини. Найбільш виражену групу становлять фізичні фактори, серед яких чільне місце посідає підвищена температура поверхонь та самого продукту. Оскільки технологія передбачає термічну обробку при 65–70°C та гаряче фасування, будь-який контакт із незахищеними ділянками шкіри може призвести до термічних опіків різного ступеня тяжкості. Окрім температури маси, джерелом небезпеки є пара, що виділяється під час концентрації суміші, та гаряча склотара після стерилізації.

Механічна безпека праці безпосередньо пов'язана з роботою рухомих частин обладнання. Використання протиральних машин, насосів та мішалок у варильних котлах створює ризик защемлення кінцівок або отримання механічних травм при недотриманні правил експлуатації або відсутності

захисних кожухів. Додатковим фізичним чинником є виробничий шум та вібрація, що генеруються електродвигунами подрібнювачів та вентиляційними системами. Тривалий вплив цих факторів викликає швидко втому, зниження концентрації уваги та може призвести до поступового погіршення слуху у дослідника. Електробезпека також вимагає особливої уваги, оскільки виробниче середовище часто характеризується підвищеною вологістю, особливо на дільницях миття ягід та санітарної обробки інвентарю, що суттєво підвищує ймовірність ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції.

Хімічні небезпеки виникають переважно на етапах підготовки обладнання та тари. Використання мийних і дезінфікуючих засобів, необхідних для підтримання мікробіологічної чистоти згідно з принципами НАССР, може спричинити хімічні опіки шкіри, подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів при випадковому вдиханні парів або потраплянні крапель розчинів. Також не слід ігнорувати пилоутворювальну здатність сухих компонентів — бамбукової клітковини та екстракту стевії. Дрібнодисперсні частки цих інгредієнтів під час зважування та завантаження можуть подразнювати дихальні шляхи, що вимагає використання засобів індивідуального захисту.

Біологічні фактори ризику пов'язані з первинною обробкою полуниці. Технолог контактує з ягідною сировиною, яка може бути обсіменена пліснявими грибами, дріжджами або бактеріями, що за певних умов спричиняє алергічні реакції або шкірні подразнення. Психофізіологічні навантаження, такі як монотонність під час візуальної інспекції ягід на конвеєрі та статичне напруження при роботі з електронними вагами чи лабораторним обладнанням, призводять до загальної втоми організму. Раціональна організація робочого простору та дотримання режимів відпочинку є ключовими для нівелювання цих впливів та забезпечення високої якості проведення експериментальних досліджень.

Таблиця 6.1

Карта небезпечних факторів за етапами технологічного процесу

Найменування технологічної операції	Небезпечний фактор	Вплив на людину	Захід щодо усунення / захисту
Приймання та миття полуниці	Електричний струм, вологість	Ураження струмом при контакті з обладнанням	Заземлення, використання діелектричних килимків
Інспектування та видалення плодоніжок	Монотонія, мікроорганізми	Втома зору, алергічні реакції на плісняву	Оптимальне освітлення, використання рукавичок
Подрібнення та протирання ягід	Рухомі деталі машин, шум	Механічні травми пальців, акустична втома	Наявність захисних кожухів, протишумові вкладиші
Варіння та концентрація маси	Висока температура (70°C), пара	Термічні опіки рук та обличчя	Використання термостійких рукавиць, витяжна вентиляція
Внесення стевії та бамбука	Пил сухих компонентів	Подразнення слизових оболонок дихальних шляхів	Використання респіраторів типу «Пелюстка»
Кислотна активація (рН 3,2–3,4)	Агресивні розчини кислот	Хімічні опіки шкіри та очей	Робота в захисних окулярах та фартухах
Гаряче фасування в склотару	Висока температура, бите скло	Опіки, порізи рук	Охайність у роботі, використання спеціальних захватів
Санітарна обробка обладнання	Лужні/кислотні мийні засоби	Подразнення шкіри, дерматити	Використання гумових рукавичок, ретельне промивання

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що процес виготовлення низькокалорійного полуничного джему супроводжується комплексом фізичних,

хімічних та психофізіологічних факторів, серед яких найбільш критичними є висока температура та ризик механічних травм. Впровадження системних заходів захисту, таких як використання спеціалізованих СИЗ, контроль справності заземлення та забезпечення ефективної вентиляції, дозволяє звести ризики до мінімуму.

6.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та виробничої санітарії

Ефективна організація безпечного виробничого середовища під час виготовлення низькокалорійного джему базується на впровадженні комплексу інженерно-технічних та санітарно-гігієнічних заходів. Оскільки процес уварювання полуничної маси супроводжується значним виділенням вологи та теплоти, першочерговим завданням є забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні. Для цього в приміщенні передбачається функціонування припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням, яка повинна забезпечувати трикратний повітрообмін за годину. Безпосередньо над варильним котлом встановлюється місцевий витяжний зонт для локалізації та видалення сокового пару, що запобігає підвищенню відносної вологості повітря понад нормовані 60–75%. Це не лише покращує умови праці студента-дослідника, а й перешкоджає розвитку конденсату на стінах, що є критичним для дотримання принципів санітарії та гігієни харчових продуктів.

Освітлення робочого місця проектується відповідно до розрядів зорових робіт, зокрема для операцій інспектування ягід полуниці Фестивальна, що потребують високої концентрації уваги. Використовується комбінована система освітлення: природне через віконні прорізи та штучне за допомогою світлодіодних світильників у вологозахищеному виконанні (клас захисту не нижче IP65). Світильники розміщуються таким чином, щоб уникнути засліплювальної дії та створення різких тіней на робочих поверхнях,

забезпечуючи рівень освітленості не менше 300 лк. Особлива увага приділяється захисту ламп від механічного пошкодження, що виключає ризик потрапляння скла у відкриту ягідну масу при випадковому розбитті плафона.

Для мінімізації негативного впливу шуму та вібрації, що генеруються протираальною машиною та насосним обладнанням, передбачається встановлення електродвигунів на віброгасильні опори. Обладнання з підвищеним рівнем акустичного тиску розміщується в окремих зонах або закривається звукоізоляційними кожухами, що дозволяє утримувати рівень шуму в межах допустимих 80 дБА. Електробезпека реалізується шляхом надійного заземлення всіх металевих корпусів установок до контуру заземлення з опором не більше 4 Ом. Додатково в електричних щитах встановлюються пристрої захисного вимкнення (ПЗВ), які миттєво знеструмлюють лінію при виникненні струмів витоку, що є обов'язковим заходом у вологому середовищі переробних дільниць.

Система водопостачання та водовідведення повинна гарантувати безперебійне подання питної води для миття ягід та санітарної обробки обладнання. Використана вода відводиться через закриті каналізаційні трапи, обладнані гідрозатворами та решітками для затримання твердих відходів (плодоніжок). Виробнича санітарія також передбачає регулярну дезінфекцію робочих поверхонь розчинами, дозволеними для харчової промисловості, та організацію місць для особистої гігієни персоналу.

Важливим аспектом індивідуального захисту є використання студентом спеціалізованого одягу та засобів захисту. Робота з гарячим джемом при температурі 70°C вимагає обов'язкового застосування термостійких рукавиць та фартухів з водовідштовхувальним покриттям. При зважуванні сухих компонентів (стевії та бамбука) необхідно використовувати респіратори для захисту органів дихання від дрібнодисперсного пилу. Сукупність цих заходів дозволяє створити безпечне середовище для реалізації інноваційної технології, забезпечуючи високу продуктивність праці та мінімізуючи професійні ризики.

Таблиця 6.2

Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та санітарії

Об'єкт контролю / Сфера	Технічні та організаційні заходи	Нормативний показник / Вимога
Мікроклімат	Встановлення припливно-витяжної вентиляції та витяжних зонтів	Вологість до 75%, Швидкість повітря до 0,5 м/с
Освітлення	Використання LED-світильників у захищеному виконанні	Освітленість до 300 лк на робочих столах
Електробезпека	Заземлення обладнання, встановлення ПЗВ, ізоляція кабелів	Опір заземлення 4 Ом
Захист від опіків	Автоматизація подачі пари, використання терморукавиць	Температура фасування до 70°C
Шум та вібрація	Віброізоляція фундаментів, звукопоглинальні екрани	Рівень шуму до 80 дБА
Санітарія та ЗІЗ	Стерилізація тари, використання сан-одягу, масок	Режим прибирання кожні 2 години, НАССР

Комплексне впровадження інженерних заходів із вентиляції, освітлення та електробезпеки у поєднанні з жорстким санітарним контролем дозволяє нівелювати вплив шкідливих виробничих факторів. Створення таких умов є необхідним для стабільного перебігу технологічних процесів уварювання джему та гарантує збереження здоров'я працівника.

6.4 Пожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях

Організація пожежної безпеки та розробка алгоритмів дій у надзвичайних ситуаціях є критично важливими складниками безпеки при реалізації технології низькокалорійного джему. Виробничий процес, що включає роботу з електронагрівальними приладами, вакуум-випарними установками та подрібнювачами, характеризується певним рівнем пожежної небезпеки, зумовленим наявністю горючих речовин (упаковка, органічні компоненти

сировини) та можливістю виникнення аварійних режимів в електромережі. Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, забезпечення пожежної безпеки в лабораторії або цеху базується на поєднанні організаційних заходів, технічних засобів протипожежного захисту та підготовленості студента-дослідника до дій у критичних умовах.

Основними джерелами пожежної небезпеки при виготовленні джему є можливі несправності електропроводки, перевантаження мережі при одночасному ввімкненні потужних споживачів (варильних котлів, насосів) та іскріння в електродвигунах протиральних машин. Пожежна профілактика передбачає регулярну перевірку цілісності ізоляції, використання лише сертифікованого обладнання та встановлення автоматичних вимикачів, що реагують на коротке замикання. Приміщення повинно бути оснащено автоматичною пожежною сигналізацією з димовими детекторами, які дозволяють виявити осередок займання на ранній стадії. Для гасіння можливих пожеж (класів А, В, С та Е) передбачається наявність первинних засобів пожежогасіння. Кількість вогнегасників розраховується відповідно до норм: для приміщень категорії В (пожежонебезпечні) на кожні 100 м² площі необхідно не менше двох порошкових вогнегасників з масою заряду 5 кг (ВП-5) або одного вуглекислотного (ВВ-3) для захисту електроустановок під напругою.

В умовах воєнного стану особливого значення набуває безпека в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних із загрозою обстрілів або техногенних аварій. Головним протоколом безпеки для студента є алгоритм дій за сигналом «Повітряна тривога». При отриманні сповіщення необхідно негайно припинити технологічний процес: вимкнути подачу пари до варильного котла, знеструмити вакуумний насос та інше обладнання. Якщо джем знаходиться на стадії фасування при температурі 70 °С, тару слід залишити в безпечному стані, що виключає ризик опіків або розлиття маси. Після цього потрібно організовано залишити приміщення, прямуючи до найближчого офіційного укриття за встановленим маршрутом евакуації. Шляхи евакуації повинні бути завжди

вільними від сировини, тари (скляних банок) та сторонніх предметів, а двері — відчинятися назовні.

Окрім воєнних загроз, існують ризики техногенного характеру, такі як раптова розгерметизація вакуум-випарної установки або витік теплоносія. У таких випадках працівник повинен діяти згідно з планом локалізації аварій, який передбачає перекриття запірної арматури та виклик аварійних служб. Важливим елементом є наявність аптечки першої допомоги, укомплектованої засобами для обробки термічних опіків та механічних травм. Системний підхід до цивільного захисту та пожежної безпеки гарантує мінімізацію втрат та збереження життя персоналу в будь-яких екстремальних обставинах.

Таблиця 6.3

Заходи пожежної безпеки та дії в надзвичайних ситуаціях

Сценарій / Об'єкт	Вид небезпеки	Захід безпеки / Засіб захисту	Дії при виникненні
Електрообладнання	Коротке замикання, іскріння	Автоматичні вимикачі, заземлення, вогнегасники ВВ-3	Знеструмити мережу, застосувати вуглекислотний вогнегасник
Вакуум-апарат	Перевищення тиску пари, розгерметизація	Манометри, запобіжні клапани, контроль $t=65-70$ °С	Перекрити подачу пари, скинути тиск через клапан
Сигнал «Повітряна тривога»	Вибухова хвиля, уламки	Оповіщення, наявність маршрутів до укриття	Припинити процес, вимкнути прилади, перейти в укриття
Зберігання сировини та тари	Горюче навантаження (картон, папір)	Організація складських місць, вогнегасники ВП-5	Використати порошковий вогнегасник, викликати 101
Шляхи евакуації	Блокування виходу при задимленні	Аварійне освітлення, вільні проходи, плани евакуації	Рухатися згідно з планом, допомагати іншим

ВИСНОВКИ

Аналіз стану ринку та наукової літератури підтвердив актуальність розробки продуктів із корегованим вуглеводним профілем. Встановлено, що сучасний споживач орієнтований на концепцію «Clean Label» та функціональні продукти зі зниженим вмістом цукру. Виявлено дефіцит на вітчизняному ринку джемів, які б одночасно мали низьку енергетичну цінність та високий вміст пребіотичних волокон, що обґрунтовує доцільність обраного напрямку досліджень.

Обґрунтовано вибір інгредієнтів, де базовим компонентом визначено полуницю сорту Фестивальна через її високі технологічні властивості та значний вміст нативного вітаміну С. Як інноваційний структуроутворювач обрано бамбукову клітковину, яка завдяки капілярно-пористій структурі здатна утримувати вологу в безцукрових системах. Використання стевії як натурального замітника сахарози дозволило повністю виключити доданий цукор із рецептури.

Розроблено рецептуру та змодельовано склад інноваційного джему, де частка ягідної сировини становить 80%. Шляхом експериментального підбору визначено оптимальну концентрацію бамбукової клітковини (2,42%) та низькометоксильованого пектину. Це дозволило отримати продукт з енергетичною цінністю 45,6 ккал/100 г, що у 5,7 раза нижче порівняно з традиційними аналогами (254,3 ккал).

Дослідження якісних характеристик засвідчило високу конкурентоспроможність продукту. Органолептична оцінка становила 4,86 бала, що вище за контроль завдяки збереженню природного кольору та аромату ягід. Встановлено, що розроблена технологія забезпечує збереження до 80% вітаміну С. Показники безпеки (мікробіологічні та токсикологічні) повністю відповідають діючим нормативним вимогам України.

Розроблено принципову технологічну схему, ключовою особливістю якої є використання низькотемпературного вакуумного випаровування при температурі 65–70 °С. Такий підхід дозволяє уникнути карамелізації та термічного руйнування біологічно активних речовин, забезпечуючи при цьому мікробіологічну стабільність продукту за умови фасування при температурі не нижче 70 °С.

Проведений SWOT-аналіз продемонстрував стратегічну доцільність впровадження технології. Найбільший потенціал виявлено у площині SO-стратегій, що поєднують сильні сторони продукту (низька калорійність, функціональність) із можливостями ринку (зростання попиту на Sugar-Free товари). Виявлені загрози, пов'язані із собівартістю компонентів, нівелюються високою доданою вартістю та лояльністю цільової аудиторії.

Розглянуто питання охорони праці, де ідентифіковано основні небезпечні фактори (висока температура, рухомі механізми, електробезпека). Розроблено заходи з мінімізації ризиків, включаючи розрахунок вентиляції та заземлення. Сформовано алгоритми дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема під час воєнного стану (сигнал «Повітряна тривога»), що гарантує безпеку дослідника на всіх етапах виробничого циклу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Is Jam Bad for You? The Truth About Its Nutrition. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://biologyinsights.com/is-jam-bad-for-you-the-truth-about-its-nutrition/>.
- 2 Jam Calories: A Breakdown of Popular Flavors and Brands. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kimecopak.ca/blogs/cuisine/jam-calories>.
- 3 Figuerola F. E. Berry jams and jellies. Food Science and Technology-New York-Marcel Dekker-. 2007. Т. 168. С. 367.
- 4 Aguilera J. M., Toledo T. Wild berries and related wild small fruits as traditional healthy foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2024. Т. 64. №. 16. С. 5603-5617.
- 5 Garg S., Ghosh P., Rana S. S., Pradhan R. C. Preparation and quality evaluation of nutritionally enriched jam made from blends of Indian blackberry and other fruits. International Journal of Fruit Science. 2019. Т. 19. №. 1. С. 29-44.
- 6 WHO guideline: sugars intake for adults and children. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.complementaryfeedingcollective.org/documents/who-guidelines-sugars-intake-adults-and-children>.
- 7 WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children (UNIFEED). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://media.un.org/unifeed/en/asset/u140/u140305e>.
- 8 WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.who.int/news/item/04-03-2015-who-calls-on-countries-to-reduce-sugars-intake-among-adults-and-children>.
- 9 NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 population-

- representative studies with 141 million participants. *Lancet*. 2024 Nov 23;404(10467):2077-2093. doi: 10.1016/S0140-6736(24)02317-1. Epub 2024 Nov 13. Erratum in: *Lancet*. 2025 Apr 5;405(10485):1146. doi: 10.1016/S0140-6736(25)00620-8. PMID: 39549716; PMCID: PMC7616842.
- 10 Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2021. Results. Institute for Health Metrics and Evaluation. 2024 (<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>).
- 11 Abolila R., Barakat H., El-Tanahy H., El-Mansy H. Chemical, Nutritional and Organoleptical Characteristics of Orange-Based Formulated Low-Calorie Jams. *Food and Nutrition Sciences*. 2015. T. 6. C. 1229-1244 doi: [10.4236/fns.2015.613129](https://doi.org/10.4236/fns.2015.613129).
- 12 Basu S., Shivhare U. S., Singh T. V. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering*. 2013. T. 114. №. 4. C. 465-476.
- 13 Prvulović D., Tukuljac M. P., Kolarov R., Kolbas N., Kolbas A., Ljubojević M., Ognjanov V. Chemical composition and antioxidant properties of blueberry fruits and jam. *Agriculture & Food*. 2021. T. 9. C. 78-85.
- 14 Souza P. B. A., Santos M. D. F., Carneiro J. D. D. S., Pinto V. R. A., Carvalho E. E. N. The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: A systematic review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022. T. 46. №. 3. C. e16291.
- 15 Basu S., Singha S. Influence of sugar substitutes in rheology of fruit gel. *Advances in food rheology and its applications*. Woodhead Publishing. 2023. C. 385-411.
- 16 Salgado D. L., Oliveira E. R., Andrade L. A., Guimaraes K. C., Carvalho G. R., Ribeiro A. E. C., Carvalho E. E. N. Effect of different types of sugar on guava jams' physical, physicochemical, and sensory properties. *Acta Scientiarum. Technology*. 2022. T. 44. C. e59397.
- 17 Sharazy M. R. M., Pushparaja V., Vasantharuba S. Effect of sugar substitution with dry stevia powder on sensory quality and physicochemical composition of low-

- calorie wax apple (*Syzygium samarangense*) jam. 12TH YSF SYMPOSIUM. 2024. C. 320.
- 18 Haroon M., Khan I., Ejaz A., Afzaal M., Saeed F., Farooq M. U., Hailu G. G. Preparation and quality evaluation of mixed fruit jam made from natural and artificial sweetener. *eFood*. 2024. T. 5. №. 6. C. e70022.
- 19 Almuzaini H. A., Faqih E. H., Alhumaid N. A., Shabib Z. A., Abd El-Hady E. S. A., Gadallah M. G. E. Advantages of Khalas date products (*Phoenix dactylifera* L.) as a natural substitute for sugar and sweeteners in food processing. *Alexandria Science Exchange Journal*. 2024. T. 45. №. 4. C. 661-674.
- 20 Obiefuna U. G., Umeh S. O., Iheukwumere I. H. Physicochemical and nutritional properties of tomato jam: Influence of sweetener type and glycemic index. *IPS Journal of Nutrition and Food Science*. 2025. T. 4. №. 3. C. 561-568.
- 21 Buljeta I., Šubarić D., Babić J., Pichler A., Šimunović J., Kopjar M. Extraction of dietary fibers from plant-based industry waste: A comprehensive review. *Applied Sciences*. 2023. T. 13. №. 16. C. 9309.
- 22 Marczak A., Mendes A. C. Dietary fibers: Shaping textural and functional properties of processed meats and plant-based meat alternatives. *Foods*. 2024. T. 13. №. 12. C. 1952.
- 23 Moloudpour B., Jam S. A., Darbandi M., Janati A., Gholizadeh M., Najafi F., Pasdar Y. Association between plant-based diet and kidney function in adults. *Journal of Renal Nutrition*. 2024. T. 34. №. 2. C. 125-132.
- 24 Соломон А. М. Роль харчових волокон у функціональному харчуванні. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія "Харчові технології". 2024. Т. 26. №. 101. С. 77-83. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10112>.
- 25 Щербак К. О., Кармазов О., Желєва Т. Характеристика харчових волокон та вивчення їх поведінки у водних розчинах. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2024. №. 1. С. 20-26.

- 26 Хомич Г. П., Горобець О. М., Бородай А. Б., Молчанова Н. Ю., Гайворонська З. М. Продукти переробки хеномелесу в якості складової комбінованої системи структуроутворення. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2024. №. 2. С. 18-24.
- 27 Кравченко А., Фролова Н. Розробка аюрведичного джему для гармонізації вата-доші: рецептурне, технологічне та фізико-хімічне обґрунтування. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*. 2025. №. 3 (17). С. 54-60.
- 28 Кузьміна Т. О., Зубкова К. В., Стоянова О. В., Мамай О. І., Яковенко Т. О. Розробка рецептури фруктових джемів для профілактичного харчування відповідно до вимог міжнародних стандартів. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2023. Т. 13. №. 1.
- 29 Толок Г. А. Передумови формування і розвитку ринку функціональних продуктів. Збірник наукових праць (Фізіологія та здоров'я тварин). 2024. С. 368.
- 30 Loizzo M. R., Tundis R., Leporini M., D'Urso G., Gagliano Candela R., Falco T., Piacente S., Bruno M., Sottile F. Almond (*Prunus dulcis* cv. Casteltermini) Skin Confectionery By-Products: New Opportunity for the Development of a Functional Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott) Jam. *Antioxidants*. 2021. Т. 10. №. 8. С. 1218. <https://doi.org/10.3390/antiox10081218>
- 31 Vallejos O. A., Rivero R. C., Sosa N. Development of healthy fruit- and vegetable-based jams with propolis: Low-calorie and rich in antioxidant properties. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2025. Т. 28. С. e2024107. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1072024>
- 32 Koç Alibaşoğlu E., Acoğlu Çelik B., Ceylan F. D., Özoğlu Ö., Bekar E., Çapanoğlu E., Tamer C. E., Korukluoğlu M., Çopur Ö. U., Yolci Ömeroğlu P. Processing of Angelica (*Angelica sylvestris* L.) into a functional jam with addition of carob and cinnamon extracts: Evaluation of sensorial, physicochemical, and nutritional

- characteristics and in vitro bioaccessibility of phenolics. *Food Sci Nutr*. 2024. T. 12. №. 11. C. 9353-9370. doi: 10.1002/fsn3.4476.
- 33 Nowalid W. F. W. M., Hamid H. A., Giwa S. H. Development of citrus peel by-product as a slice jam by using two-level factorial design. *Food Chem (Oxf)*. 2024. T. 8. C. 100196. doi: 10.1016/j.fochms.2024.100196.
- 34 Rini S., Gindi A., Chua S., Lun P., Koh C. C., Hii S. L. Optimizing the Acceptability of Jam from *Baccaurea Angulata* Fruit Peel. *J. Soc. Sci. Humanit*. 2019. T. 16. C. 1–9.
- 35 Rohini C., Geetha P. S., Vijayalakshmi R., Mini M. L. Formulation of Nutraceutical Enriched Fruits and Nuts Spread. *European Journal of Nutrition & Food Safety*. 2020. T. 12. №. 2. C. 73-78. <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2020/v12i230194>.
- 36 Almaghlouth B. J., Alqahtani N. K., Alnabbat K. I., Mohamed H. A., Alnemr T. M., Habib H. M. Valorization of Second-Grade Date Fruit Byproducts and Nonstandard Sweet Potato Tubers to Produce Novel Biofortified Functional Jam. *Foods*. 2023. T. 12. №. 9. C. 1906. doi: 10.3390/foods12091906.
- 37 Nouska C., Ciurla L., Patras A., Biliaderis C. G., Lazaridou A. Physicochemical and Sensory Evaluation of Spreads Derived from Fruit Processing By-Products. *Foods*. 2025. T. 14. №. 13. C. 2224. doi: 10.3390/foods14132224.
- 38 Vallejos O. A., Rivero R. C., Sosa N. Development of healthy fruit- and vegetable-based jams with propolis: Low-calorie and rich in antioxidant properties. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2025. T. 28. C. e2024107. URL: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1072024>.
- 39 Sheet B. S. Effect of stevia substitution on physical, chemical and sensory properties of low-calorie apricot jam. *Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 2022. T. 2. C. 131–138.
- 40 Perina N. P., Granato D. S., Hirota C. P. et al. Physicochemical and sensory properties of strawberry jams with inulin and rebaudioside A. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2015. T. 87. №. 2. C. 1131–1143. URL: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520130325>.

- 41 Salles J, Gueugneau M, Patrac V, Malnero-Fernandez C, Guillet C, Le Bacquer O, Giraudet C, Sanchez P, Collin ML, Hermet J, Pouyet C, Boirie Y, Jacobs H, Walrand S. Associating Inulin with a Pea Protein Improves Fast-Twitch Skeletal Muscle Mass and Muscle Mitochondrial Activities in Old Rats. *Nutrients*. 2023 Aug 28;15(17):3766. doi: 10.3390/nu15173766. PMID: 37686798; PMCID: PMC10490296.
- 42 S. M. Kamrul Hasan , Shampa Sarkar, Most. Jesmin Akhter/ Low-Calorie Jam from Palmyra Palm Fruit: Effect of Stevia on Proximate Composition, Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Sensory Properties. *SSRN Electronic Journal*. 2025. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.5369848>.
- 43 Nguyen T., Tan H. M., Tai N. T. M. Optimization of ingredient levels of reduced-calorie blackberry jam using response surface methodology. *International Journal of Food Science & Technology*. 2022. T. 57. №. 1. C. 522–531. URL: DOI:[10.7324/JABB.2021.100109](https://doi.org/10.7324/JABB.2021.100109)
- 44 Cordova K. R. V. et al. Physical and chemical characterization of dietary fiber from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel and its use in the preparation of jam. *Braz. J. Food Technol.* 2005. T. 8. №. 3. C. 222–230. URL:
- 45 Perina N. P., Granato D. S., Hirota C. P. et al. Physicochemical and sensory properties of strawberry jams with inulin and rebaudioside A. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2015. T. 87. №. 2. C. 1131–1143. URL: <https://doi.org/10.24086/cuesj.v8n1y2024.pp29-35> .
- 46 Özkan Karabacak, A. Optimization of reduced calorie kiwi jam production: physicochemical characterization and bioaccessibility in gastrointestinal conditions. *Food Measure* **19**, 696–724. 2025. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-03002-x>
- 47 Stan (Boldea) L., Nistor O., Milea Ș. et al. Low-sugar apples jam with hibiscus extract: textural, phytochemical and nutritional aspects. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology*. 2023. T. 47.

- №. 1. С. 127–141. URL: <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/food/article/view/6158>.
- 48 Fan S., Zhang Y., Li X. et al. Physicochemical properties, sensory quality, and antioxidant activity of strawberry jam substituted with monk fruit sweetener and enriched with bamboo fiber. *Current Developments in Nutrition*. 2025. Т. 9. №. 1. С. 101775. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2025.101775>.
- 49 Закон України «Про охорону праці». К.: Норматив. 1994. 65 с.
- 50 Наказ від 19.12.2013 р. № 966 «Про затвердження Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0084-14>.
- 51 Наказ від 05.03.2018 № 333 «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18>.
- 52 Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>.