

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

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

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

**Обґрунтування технології харчових добавок із  
рослинної сировини**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 3  
скороченого курсу, групи ХТСз-1-21 освітньо-  
професійної програми «Харчові технології» зі  
спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Аліна СКРИПНИК

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Галина ПЕТРОВЕНКО

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«06» травня 2024 р.

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

Скрипник Аліні Олегівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології харчових добавок із рослинної сировини».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» травня 2024 року № 982.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

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

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Олег ТЕРТИШНИЙ	06.05.24	11.06.24

7. Дата видачі завдання 06 травня 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	06.05-08.05.24	виконано
2	Аналітичний огляд	09.05-12.05.24	виконано
3	Об'єкти досліджень	13.05-15.05.24	виконано
4	Експериментальна частина	16.05-02.06.24	виконано
6	Охорона праці та довкілля	03.06-05.06.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	06.06-07.06.24	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	08.06-09.06.24	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	10.06-11.06.24	виконано

Здобувачка вищої освіти \_\_\_\_\_ Аліна СКРИПНИК  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 56 сторінок друкованого тексту, 11 рисунків та ілюстрацій, 11 таблиць та використано 32 літературних джерел посилань.

Метою досліджень є розробка технології отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної.

Об'єкт дослідження – технологія отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної.

Предмет дослідження – зв'язок якісних і технологічних показників сировини та параметрів технологічного процесу з якісними показниками отриманого продукту.

У цілях забезпечення населення повноцінними збалансованими продуктами харчування необхідно використовувати не тільки традиційну сировину, але і різні дикорослі культури, що володіють високою харчовою цінністю та біологічною активністю. За останні роки проводилися роботи з районування плодів культур, широко поширених за межами нашої держави та які містять у своєму складі цінні біологічно активні речовини.

Сублімація має ряд незаперечних переваг, до яких можна, віднести не тільки можливість тривалого зберігання сублімованих продуктів при позитивних температурах, але і високий ступінь збереження компонентів, що визначають біологічну цінність продуктів, значне зменшення маси і швидку відновлюваність продукту.

Ключові слова: ХАРЧОВІ ДОБАВКИ, АКТИНІДІЯ, ФЕЙХОА, ХУРМА, СУБЛІМАЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ВОЛОГІСТЬ, ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ, БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	11
1.1 Застосування плодів культурних рослин в лікувальному харчуванні	11
1.2 Огляд сучасних способів сушіння рослинної сировини	13
1.3 Проектування збалансованих за складом харчових добавок і функціональних продуктів харчування	17
Висновки за розділом	19
2 ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Схема виконання дипломної роботи	21
2.2 Характеристика плодової сировини	21
2.2.1 Актинідія китайська (ківі)	22
2.2.2 Фейхоа	22
2.2.3 Хурма східна	23
Висновки за розділом	24
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	25
3.1 Характеристика об'єктів дослідження	25
3.1.1 Актинідія китайська (ківі)	25
3.1.2 Фейхоа	27
3.1.3 Хурма східна	29
3.2 Вибір режимів обробки плодів електромагнітними полями низьких частот	30
3.3 Вибір режимів заморожування плодової сировини	32
3.4 Розробка технології харчових добавок	35
3.4.1 Основні етапи технологічного процесу	36
3.4.2 Основні технологічні параметри процесу	37
3.5 Результати досліджень якісного складу натуральних харчових добавок	37

Висновки за розділом	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	44
4.1 Розроблення пам'ятки роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці	44
4.2 Утилізація відходів виробництва харчових добавок з фруктів	45
Висновки за розділом	46
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	47
5.1 Витрати на проведення досліджень	47
5.2 Розрахунок вартості дослідження	50
Висновки за розділом	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
БІБЛІОГРАФІЯ	54

## ВСТУП

У суспільстві гостро стоїть проблема забезпечення населення високоякісними продуктами харчування. Незважаючи на надвиробництво харчових продуктів у розвинених європейських країнах та Америці, досі існують області, в яких люди відчувають гостру нестачу їжі та навіть помирають з голоду. З іншого боку споживання продуктів харчування, незбалансованих за своїм складом і харчовою цінністю приводять до безлічі важковиліковних захворювань і серйозних патологій, та впливають на наступні покоління. В наш час перед людством стоїть завдання не просто забезпечення населення продуктами харчування, а й продуктами, збалансованими за своїм хімічним складом, харчової і біологічної цінності для різних груп населення в залежності від вікових характеристик, захворювань людей, умов їх проживання та роботи тощо. В Україні ці проблеми ускладнені низьким рівнем забезпеченості сучасним обладнанням підприємств переробної промисловості. Виробництво високоякісних продуктів харчування задоволення потреб всіх шарів населення вимагає не тільки вдосконалення технологій, але і повного переоснащення харчових підприємств сучасним обладнанням.

В наш час активне використання промислових технологій виробництва їжі, раціоналізація харчування в умовах постійного дефіциту часу привели до того, що з меню були виключені важливі біологічно активні речовини, яким організм людини адаптувався протягом століть.

Забезпечення підприємств харчової промисловості сировиною рослинного походження, що вирощується українськими господарствами та фермерами, а також дикорослою сировиною є не менше серйозною проблемою для харчової промисловості, чим технічне переоснащення підприємств. На жаль, більшість плодів, які вирощуються в господарствах, так і дикорослих, просто зникає, через відсутність умов для їх збору, зберігання і переробки і лише невелика кількість надходить у продаж у свіжому вигляді, переробляється консервними цехами, або

збирається та переробляється населенням, яке проживає поблизу місць їх зростання.

У цілях забезпечення населення повноцінними збалансованими продуктами харчування необхідно використовувати не тільки традиційну сировину, але і різні дикорослі культури, що володіють високою харчовою цінністю та біологічною активністю.

За останні роки проводилися роботи з районування плодкових культур, широко поширених за межами нашої держави та які містять у своєму складі цінні біологічно активні речовини.

Значний інтерес представляє вивчення плодкових культур не типових для нашого клімату, зростаючих в якості сировини для харчової промисловості, введення їх до складу традиційних харчових продуктів та створення на їх основі самостійних продуктів для дитячого, дієтичного харчування та окремих груп населення, які відчувають гостру вітамінну недостатність. Оскільки ці культури багаті на вітаміни, мінеральними речовинами та іншими біологічно активними речовинами, необхідно вибрати такі режими зберігання і переробки, щоб максимально зберегти всі ці цінні компоненти та довести їх до споживача.

На сьогоднішній день відомі різні способи зберігання і переробки рослинної сировини: зберігання в регульованих газових середовищах, холодильне зберігання, консервування (компоти, сиропи, варення, джеми та ін), сушіння. Кожен з цих методів має свої переваги і свої недоліки щодо збереження біологічної цінності вихідного продукту. З всіх наявних методів консервування, що дозволяють зберегти якість продукту, максимально наближене до натурального, самим оптимальним, з погляду, є сублимаційна сушка. Цей метод, як ніякий інший, дозволяє отримати продукт, переважаючий по якості будь-який другий, консервований іншим способом, і поступається як тільки вихідна сировина. Численні роботи, проведені в цій області довели це на прикладі тривалого зберігання сублимованих продуктів як тваринного, так і рослинного походження. на сьогоднішній день не існує іншого способу консервування, за допомогою якого би можна було отримати продукт більш



високої якості.

Сублімація має ряд незаперечних переваг, до яких можна, віднести не тільки можливість тривалого зберігання сублімованих продуктів при позитивних температурах, але і високий ступінь збереження компонентів, що визначають біологічну цінність продуктів, значне зменшення маси і швидку відновлюваність продукту.

Недоліками існуючого способу сублімаційного сушіння є значні енерговитрати процесу консервування (до 70 % собівартості, без обліку вартості сировини), складність виготовлення сублімаційного обладнання.

У зв'язку з цим, актуальною проблемою стає необхідність дослідження способів зниження енерговитрат на сублімацію, з максимальним збереженням біологічно активних речовин сировини

Метою досліджень є розробка технології отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної.

Для досягнення поставленої цілі вирішувались наступні завдання:

- вивчити вміст вітамінів та мінеральних речовин у плодах актинідії китайської, фейхоа і хурми східної, зростаючих в кліматичних умовах України;
- розробити технологію сухих натуральних харчових добавок з сировини рослинного походження з максимальним збереженням біологічно активних речовин;
- визначити раціональні технологічні режими і математичні залежності, що описують вплив різних факторів (температура, час і ін) на якість харчових добавок;
- розробити рецептури харчових добавок з плодів культурних рослин.

Об'єкт дослідження – технологія отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинїдії китайської, фейхоа, хурми східної.

Предмет дослідження – зв'язок якісних і технологічних показників сировини та параметрів технологічного процесу з якісними показниками отриманого продукту.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Застосування плодів культурних рослин в лікувальному харчуванні

Людина з давніх-давен вживає в їжу плоди овочевих, фруктових і ягідних культур. В процесі еволюції виявлені і вивчені лікувальні і профілактичні властивості рослин. Використання в їжу пряної зелені, листових овочів, плодів фруктів, овочів, ягід дозволяє заповнювати дефіцит есенціальних речовин, що спрямовані змінювати метаболічні процеси, пов'язувати і виводити токсичні речовини, підвищувати стійкість до несприятливого впливу навколишнього середовища, регулювати функціональну активність окремих органів, систем і всього організму в цілому.

Плоди абрикоса, вишні, персика, полуниці, сливи, ківі, фейхоа, хурми східної, огірків та ін. багаті калієм, що є показниками до застосування у лікуванні серцево-судинних захворювань. У дієту при цих захворюваннях також рекомендується включати топінамбур, гарбуз, груші.

Встановлено пригнічуючу дію абрикосу, вишні, груші, огірків, буряків і баклажанів на гнильні бактерії кишечника. Відомі бактерицидні властивості плодів фейхоа до золотистого стафілококу і кишкової палички.

Наявність Р-активних речовин у яблуках, вишні, айві, полуниці, чорній смородині, солодкого перцю, буряці, груші зумовлює їх застосування для зміцнення стінок кровоносних судин і запобігання тромбоутворення.

Вміст пектинових речовин у плодах айви, яблук, груш, буряків дозволяє рекомендувати їх як детоксикувальний засіб.

При ожирінні рекомендується вживати яблука, абрикоси, вишню, груші, ківі, гарбуз, огірки, баклажани, моркву і топінамбур.

Персик, айва, яблука, абрикоси, хурма східна, баклажани і топінамбур рекомендуються при анеміях.

Абрикоси і гарбуз сприяють зростання і нормалізують функціонування слизових оболонок і епітелію.

Дієта при цукровому діабеті повинна включати топінамбур, ківі, моркву, гарбуз, перець солодкий, а також баклажани, які посилюють дію інсуліну.

Айва, гарбуз, баклажани і огірки сприяють виведення холестерину з організму людини.

Для профілактики та лікування атеросклерозу застосовують плоди хурми, персика, сливи, огірків, вишні.

Яблука, абрикоси, сливи, фейхоа, хурма, чорна смородина, груша, гарбуз, огірки, баклажани рекомендуються для вживання в їжу при захворюваннях нирок, сечовивідних шляхів і порушеннях водно-сольового обміну.

Нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту сприяють усі рослинні продукти. Плоди вишні застосовують при гастритах зі зниженою кислотністю, гарбуз має легку послаблюючу дію, огірки та баклажани використовують при запорах, морква – при виразкових хворобах шлунку, дванадцятипалої кишки і виразкових ентероколітах, топінамбур – при захворюваннях підшлункової залози. Персик, вишня і слива підвищують апетит. Морква застосовується як антигельмінтний засіб. Плоди фейхоа і хурми східної рекомендуються при захворюваннях органів травлення.

Ягоди чорної смородини та фейхоа рекомендуються при захворюваннях органів дихання, а плоди вишні – в якості жарознижуючого і відхаркуючого засобу.

Буряк сприяє регенеративним процесам у печінці, завдяки наявності бетаїну. Айва, груша, гарбуз мають жовчогінну дію. Вишня рекомендується при холециститі. При різних захворюваннях печінки рекомендуються слива, чорна смородина, баклажани.

Наявність дубильних речовин в плодах айви і хурми надає в'язучу і кровоспинну дію.

Перець солодкий має антиоксидантні властивості, баклажани – ліпотропну

дію, морква володіє антисептичними і протизапальними властивостями, буряк протипухлинною дією. Встановлено, що екстракт з плодів хурми пригнічує ріст ракових клітин людини.

У плодах актинідії виявлено 3-окси-2-піранон, що ефективно розщеплює нітрати. З плодів виділено протеолітичний фермент актинідії, що запобігає згортання крові і за своєю дією подібний папаїну, бромеліну і фіцину. Протеолітова кислота, міститься в плодах ківі, має холестеринруйнівну дію і сприяє покращення кровообігу.

## 1.2 Огляд сучасних способів сушіння рослинної сировини

Рослинна сировина містить велику кількість вологи. З метою збереження вихідної якості продукції та її стабільності при зберіганні, необхідне видалення вологи.

При виборі методу сушіння повинні враховуватися наступні фактори: органолептичні показники та структура кінцевого продукту, мінімальні зміни хімічного складу вихідної сировини, швидка регідратованість, зручність використання кінцевого продукту, термін зберігання, вид упаковки, безпека готової продукції, швидкість видалення вологи, витрати на енергоносії, екологічна безпека виробництва та ін.

Існує три основні способи видалення вологи з вихідної сировини – механічний, фізико-хімічний та тепловий [4].

Сушіння – термічне видалення вологи за рахунок її випаровування з твердої або рідкої сировини. Залежно від джерела підведення тепла розрізняють природні та штучні способи сушіння.

Сучасними та перспективними способами штучного сушіння є сушіння інфрачервоними променями (ІЧ), сушіння в електромагнітних полях високих і надвисоких частот (НВЧ) та вакуумне сублімаційне сушіння (ВСС).

В основі технології сушіння інфрачервоними променями лежить здатність молекул води поглинати певний спектр ІЧ-випромінювання. При цьому хімічний склад продукту з певною часткою достовірності може вважатися прозорим для інфрачервоних променів. Таким чином, ІЧ-енергія, що перетворюється з електрики без втрат, повністю передається воді продукту, нагріваючи її і змушуючи випаровуватися. Технологія ІЧ-сушіння дозволяє отримувати готовий продукт за 60 – 180 хвилин. При такому виді сушіння збереженість вітамінів становить 60 – 70 %, що на 10 – 20 % більше, порівняно зі звичайною конвективною сушкою.

Сушіння інфрачервоними променями застосовується в харчовій промисловості при зневодненні фруктів, ягід, овочів, грибів, лікарської сировини, макаронних виробів та ін. Спеціально сконструйовані системи екранів та повітроводів забезпечують швидке та рівномірне висихання продукту при температурах плюс 40 – 80 °С. Висока густина інфрачервоного випромінювання знищує шкідливу мікрофлору. Термін зберігання готових продуктів становить у середньому рік. Інфрачервоне випромінювання нешкідливе для навколишнього середовища та людини, але створює додаткове нагрівання всередині продукту, через що знижуються якісні показники.

При сушінні в електромагнітних полях високих і надвисоких частот волога видаляється одночасно з усього об'єму продукту, глибина проникнення становить 10 см. Можна сушити продукти цілком, наприклад, ягоди, гриби, деякі фрукти та овочі.

Цей метод сушіння згубний для стафілококів, кишкових паличок та інших мікроорганізмів [17]. Причина цього полягає в тому, що температура всередині продукту зростає дуже швидко за одночасного діелектричного нагрівання протеїнів мікроорганізмів. Відбувається так званий "тепловий удар", що знищує мікроорганізми.

Сушіння здійснюється за низьких температур від плюс 25 °С до плюс 60 °С із збереженням вітамінів, мінеральних речовин, ефірних олій та інших біологічно активних речовин. Отримано дані про значно менших змінах кількісного складу вітамінів С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> та В<sub>3</sub> порівняно з іншими методами зневоднення (крім ВСС) [22].

Сушіння НВЧ має перевагу в тому, що у неї відсутня передача тепла від нагрівача. Джерелом тепла є продукт, тому втрати тепла відсутні.

Нагрівання продукту має об'ємний характер. Температура всередині продукту навіть дещо вища, ніж на поверхні. Тому при сушінні утворення пари відбувається у всьому об'ємі продукту. Внутрішній тиск, що виникає при цьому, виробляє часткове видавлювання вологи. При високій вологості продукту (понад 80 %) за рахунок зазначеного ефекту може бути видалена значна частина вологи (до 30 %). Оскільки видавлену вологу не потрібно випаровувати, зневоднення за рахунок видавлювання відбувається практично без витрат енергії, що значно підвищує ефективність сушіння. Проте разом із видавленою вологою із продукту губляться водорозчинні біологічно активні речовини, що знижує якісні показники готового продукту.

Автоматична система ворошення продукту та мікропроцесорні блоки управління дозволяють повністю автоматизувати процес сушіння. Під час роботи сушильних НВЧ-установок вбудований мікроконтролер постійно відстежує стан тиску, температури та інших параметрів і підтримує необхідний режим сушіння. Для кожного продукту відпрацьовується індивідуальна технологія процесу, що зберігається у пам'яті мікроконтролера.

Проводяться дослідження з метою вдосконалення методів сушіння в електромагнітних полях високих та надвисоких частот та інфрачервоними променями. Так, наприклад, проведення процесу зневоднення в умовах вакууму дозволяє знизити температуру сушіння і отримати більш високі якісні показники готових продуктів [12].

Сушіння інфрачервоними променями та в електромагнітних полях високих і надвисоких частот дозволяє отримати продукт з більш високими якісними показниками, порівняно із звичайною сушкою гарячим повітрям, проте не дозволяє зберегти нативні властивості вихідної сировини так, як метод вакуумного сушіння сублімації [18].

Електромагнітні поля мають руйнівну дію на біооб'єкти. Зокрема, порушується цілісність клітинної оболонки та відбувається виділення клітинного

соку. Також, поряд з масообміном, спостерігається і теплообмін. При дії електромагнітних полів надвисоких частот та інфрачервоного спектру відбувається нагрівання продукту та додатковий тепломасоперенос із клітин у міжклітинний простір, що руйнує термолабільні нутрієнти рослинної сировини. Це обумовлено поглинанням електромагнітних випромінювань водою, що міститься в рослинній сировині і створенням термокапілярної та термогравітаційної конвекції.

Серед існуючих способів сушіння тільки технологія вакуумного зневоднення сублімації дозволяє отримувати продукти, максимально наближені за якісними і органолептичними показниками до вихідної сировини [6].

Сублімація як один з різновидів пароутворення можлива у всьому діапазоні температур і тисків, при яких існують тверда та газоподібна фази. Тут використовується специфічна особливість сублімаційного зневоднення, що полягає в тому, що випаровування вологи із замороженого стану не викликає помітної деструкції продукту і не призводить до змін його структури.

При цьому способі зневоднення основна частка вологи видаляється із замороженого продукту за негативних температур в умовах вакууму.

Технологічний процес виробництва продуктів вакуумного сублімаційного сушіння (ВСС) складається з 4 основних етапів :

- попередньої підготовки сировини,
- заморожування ;
- сублімаційного сушіння ;
- упаковки готової продукції [23].

Якість харчових продуктів ВСС залежить від хімічного складу сировини, технологічних режимів, виду упаковки та ін. Проведеними дослідженнями доведено, що для кожного виду сировини рослинного та тваринного походження раціональні технологічні параметри визначаються експериментально. Отримані в ході досліджень дані дозволяють скласти математичні залежності, що описують кінетику сублімаційного сушіння та його вплив на якість готових продуктів [21].

Технологія вакуумної сублімаційної сушки дозволяє максимально зберегти як



якісний і кількісний хімічний склад вихідної сировини, а й її реологічні властивості [21].

Кількісні зміни хімічного складу в продуктах сублімаційного сушіння носять мінімальний характер. Так, втрати вітаміну С становлять від 10 до 20 % [21]. Зниження втрат біологічно активних речовин можливе при сушінні суміші з різних плодів за рахунок інактивування ферментних систем та зниження рН в кислу сторону. Харчові продукти вакуумної сублімаційної сушки найменш схильні до мікробіального псування через відсутність умов для розвитку мікроорганізмів.

Проведені останні роки дослідження щодо вдосконалення техніки і технології ВСС, дозволяють зробити висновок не тільки про економічну доцільність, а й високу рентабельність цього виду консервування [26].

### 1.3 Проектування збалансованих за складом харчових добавок і функціональних продуктів харчування

Теорія збалансованого раціонального харчування науково обґрунтовує кількісний та якісний склад нутрієнтів харчових продуктів з обліком вікових періодів життя людини, фізичних навантажень, кліматичних умов проживання, конституційних особливостей та інших факторів.

В сучасній Україні у функціональних продуктах харчування потребує переважна більшість населення. У зв'язку з цим необхідна розробка рецептур харчових продуктів, збалансованих за хімічним складом і задовольняючих потреб різних вікових груп із урахуванням стану здоров'я. Дослідження, що проводяться в цій галузі, дозволяють створювати нові багатокomпонентні, збалансовані функціональні продукти харчування, розраховані на широке коло споживачів, а також оптимізувати харчові раціони для різних груп населення. На наш погляд необхідно також враховувати синергізм та антагонізм окремих компонентів вихідної сировини при складанні рецептур.

На підставі проведеного огляду науково-технічної та патентної інформаційної літератури показано, що забезпечення населення якісними натуральними продуктами харчування, збагаченими біологічно активними речовинами – необхідна умова здоров'я нації. Нутрієнти, які містяться в рослинах, грають важливу роль в метаболічних процесах людського організму. У зв'язку з цим обґрунтовано застосування сучасних методів зневоднення сировини рослинного походження, що дозволяють максимально зберегти хімічний склад і вихідні властивості.

На рисунку 1.1 наведено функціональна роль натуральних харчових добавок в раціоні харчування населення.



Рисунок 1.1 – Функціональна роль натуральних харчових добавок

Обґрунтовано необхідність розробки технології сухих натуральних харчових добавок з рослинної сировини з підвищеним вмістом біологічно активних нутрієнтів.

Судячи з виконаного огляду патентно-інформаційної літератури основну увагу при виборі сировини для виробництва високовітамінізованих харчових добавок слід приділити малопоширеним плодам, наприклад, актинїдії китайської, фейхоа і хурмі східній, а також більш поширеним плодам традиційних культурних рослин.

### Висновки за розділом

Встановлено, що у цілях забезпечення населення повноцінними збалансованими продуктами харчування необхідно використовувати не тільки традиційну сировину, але і різні дикорослі культури, що володіють високою харчовою цінністю та біологічною активністю.

Значний інтерес представляє вивчення плодів культур не типових для нашого клімату, зростаючих в якості сировини для харчової промисловості, введення їх до складу традиційних харчових продуктів та створення на їх основі самостійних продуктів для дитячого, дієтичного харчування та окремих груп населення, які відчувають гостру вітамінну недостатність. Оскільки ці культури багаті на вітаміни, мінеральними речовинами та іншими біологічно активними речовинами, необхідно вибрати такі режими зберігання і переробки, щоб максимально зберегти всі ці цінні компоненти та довести їх до споживача.

З всіх наявних методів консервування, що дозволяють зберегти якість продукту, максимально наближене до натурального, самим оптимальним, з погляду, є сублімаційна сушка. Цей метод, як ніякий інший, дозволяє отримати продукт, переважаючий по якості будь-який другий, консервований іншим способом, і поступається як тільки вихідна сировина. Численні роботи, проведені в цій області довели це на прикладі тривалого зберігання сублімованих продуктів як тваринного, так і рослинного походження. на сьогоднішній день не існує іншого способу

консервування, за допомогою якого би можна було отримати продукт більш високої якості.

Сублімація має ряд незаперечних переваг, до яких можна, віднести не тільки можливість тривалого зберігання сублімованих продуктів при позитивних температурах, але і високий ступінь збереження компонентів, що визначають біологічну цінність продуктів, значне зменшення маси і швидку відновлюваність продукту.

У зв'язку з цим, актуальною проблемою стає необхідність дослідження способів зниження енерговитрат на сублімацію, з максимальним збереженням біологічно активних речовин сировини

Метою досліджень є розробка технології отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної.

Для досягнення поставленої цілі вирішувались наступні завдання:

- вивчити вміст вітамінів та мінеральних речовин у плодах актинідії китайської, фейхоа і хурми східної, зростаючих в кліматичних умовах України;
- розробити технологію сухих натуральних харчових добавок з сировини рослинного походження з максимальним збереженням біологічно активних речовин;
- визначити раціональні технологічні режими і математичні залежності, що описують вплив різних факторів (температура, час і ін) на якість харчових добавок;
- розробити рецептури харчових добавок з плодів культурних рослин.

Об'єкт дослідження – технологія отримання сухих натуральних харчових добавок з плодів культурних рослин на прикладі актинідії китайської, фейхоа, хурми східної.

Предмет дослідження – зв'язок якісних і технологічних показників сировини та параметрів технологічного процесу з якісними показниками отриманого продукту.

## 2 ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Схема виконання дипломної роботи

Дослідження проводились відповідно зі схемою наведеною на рисунку 2.1.

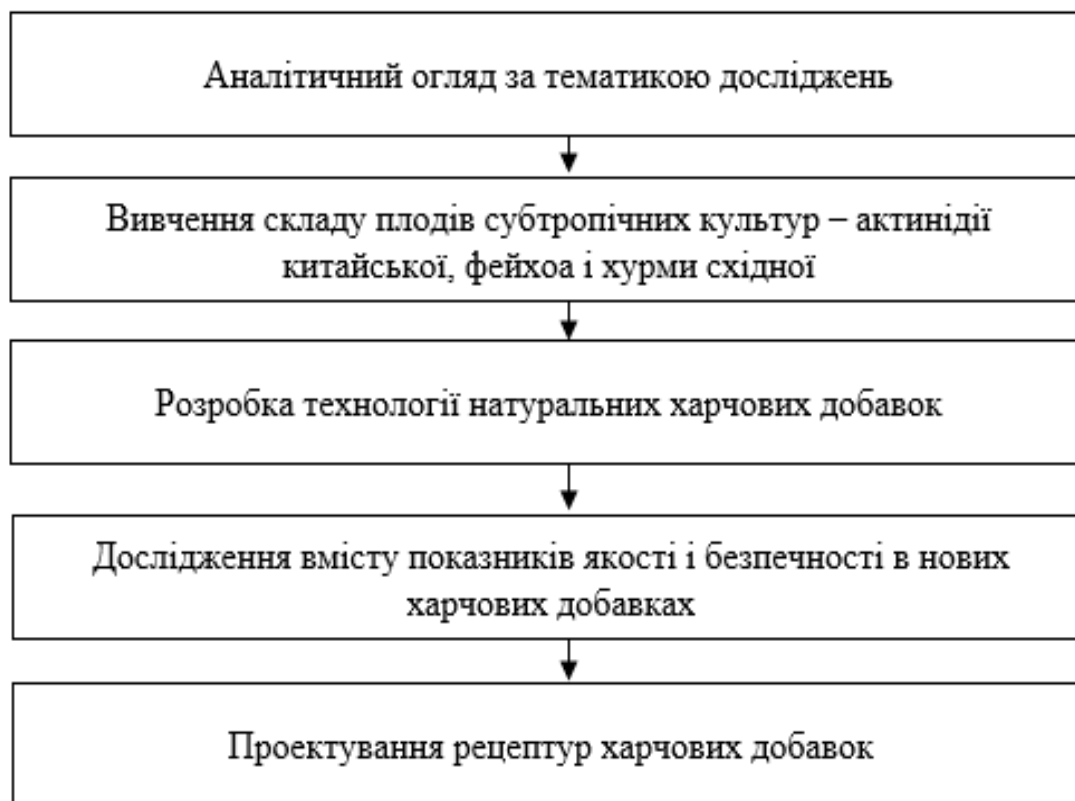


Рисунок 2.1 – Структурна схема наукових досліджень

### 2.2 Характеристика плодової сировини

У якості об'єктів досліджень нами були обрані плоди субтропічних культур, районуваних в південній частині України. Культури актинідії китайської, фейхоа та хурми східної, що вирощуються в господарствах та приватному секторі є високоврожайними і представляють інтерес для переробної промисловості регіону.

### 2.2.1 Актинідія китайська (ківі)

Актинідія китайська (*Actinidia chinensis deiciosa* Planch або ківі відноситься до сімейства актинідієвих (*Actinidiaceae*), поширених в країнах з теплим вологим кліматом. Рослина велика багаторічна дерев'яна кучерява ліана до 10 м заввишки, майже не має захворювань. Культура достатньо морозостійка, витримує зниження температури до мінус 10 – 15 °С. Найбільш поширені сорти – Хейворд, Монті, Еббот, Бруно, Ківальді і ін.

Плоди ківі великі, округлі або овальні, величиною з куряче яйце. Шкірка ягід тонка, коричневого кольори, густо опушена. М'якуш плодів яскраво-зелена, соковита, солодко-кислувата, з приємним ароматом. Плоди актинідії китайської можна зберігати до шести місяців після збирання врожаю.

Плоди ківі багаті на біологічно активні речовини глюкозу, фруктозу, хінну, лимонну, яблучну кислоти, пектиновими речовинами, вітамінами С, Е, РР, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, α- і β-хлорофілом, натрієм, кальцієм, фосфором, калієм, магнієм, сіркою, бором, марганцем, цинком, залізом, міддю, рубідієм, хромом, лантаном, скандією, кобальтом, цезієм, бромом, сурмою. Фенольні з'єднання, містяться у м'якоті плодів ківі, ідентифіковані як похідні кумарової і кавової кислот, катехіни, проціанідини, глікозиди кверцетину і кемпферолу.

Ягоди актинідії китайської вживають як у свіжому вигляді, так і в переробленому. Вони використовуються як сировина для консервної, кондитерської і лікєро-горілчаної промисловості. З шкірки плодів ківі шляхом екстракції отримують пектин.

### 2.2.2 Фейхоа

Фейхоа (*Feijoa sellowiana* Berg сімейство *Myrtaceae*) є вічнозеленим субтропічним плодовим чагарником. Батьківщина – Південна Америка. В Україну було завезено з Франції. В Херсонській області було закладено дослідні плантації. У науково дослідному інституті квітництва і субтропічних культур фейхоа

розмножують із насіння, тому на одному дереві зустрічаються плоди різних форм, «але ні одна з них не оформлена як сорт».

За морозостійкості фейхоа перевершує цитрусові культури, переносячи без ушкоджень зниження температури до мінус 12 °С, що дозволяє розширити ареал посадок цією цінної культури.

Плоди фейхоа зеленого або темно-зеленого кольору. Поверхня дозрілих плодів гладка. М'якуш світло-кремова, кислувата, освіжаючого смаку з приємним тонким ароматом, що нагадує аромат ананасу із суниці. Характерний аромат, властивий плодам фейхоа обумовлений наявністю метил- і етил-бензоату, які складають близько 90 % ароматичних речовин м'якоті. Методом газорідинної хроматографії в ефірній олії плодів фейхоа виділено більше 90 ароматичних сполук. З них ідентифіковано 26 – гераніол, евгенол, аміловий спирт, ліналоолацетат, етилбензоат і ін.. Вміст йоду та ефірних олій у плодах знаходиться в залежності від висоти та віддаленості ділянки від морського узбережжя; так, вміст йоду у міру віддалення від узбережжя зменшується, а вміст ефірних олій – збільшується.

Плоди фейхоа містять цілий комплекс біологічно активних речовин –цукри, органічні кислоти, поліфенольні речовини, пектинові речовини, вітаміни С, групи В, Е, алюміній, барій, мідь, хром, марганець, нікель, свинець, олово, стронцій, титан, ванадій, залізо, кремній, фосфор, натрій, кальцій, магній, йод.

Окрім вживанням плодів фейхоа в їжу в свіжому вигляді, їх використовують при приготуванні варення, джемів, компотів, лікерів, начинок для цукерок і ін.

### 2.2.3 Хурма східна

Хурма східна (*Diospyros kaki*) відноситься до сімейства ебенових (*Ebenaceae*). Рід хурма (*Diospyros*) налічує близько 500 видів. Хурма східна родом з Китаю. Сьогодні її ареал дуже великий і охоплює практично всю теплопомірну і субтропічну зону північного півкулі, включаючи Японію, все Середземномор'я та Північну Америку. На територію Чорноморського узбережжя східна хурма була

завезена в 1888 – 1889 р.р.. Культура хурми східної невибаглива, морозостійка і мало схильна хворобам і шкідникам.

Гарне дерево заввишки зазвичай до 15 м. Тривалість життя дерева понад 100 років. Сортів східної хурми надзвичайно багато. У Японії є більше 1 00 культурних сортів хурми і ще більша кількість у Китаї. Світовий асортимент хурми налічує понад 1500 сортів. Один з найкращих і найбільш поширених сортів – японська, сорт Хіакуме районований в Херсонській області.

Вміст біологічно активних речовин в плодах хурми східної, як і в будь-якій плодовій культурі, залежить від сорту, ступеня зрілості, району зростання і інших умов. Плоди хурми містять такі біологічно активні речовини, як глюкоза, маніт, глікозиди, танін, галова кислота, катехіни, а також вітаміни С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>5</sub>, Е, і D. Також в плодах хурми виділено наступні пігменти – криптоксантин, цеаксантин, ксантофіл, лікопін,  $\alpha$ - і  $\beta$ -каротин.

Забарвлення плодів обумовлена наявністю лікопіна, вміст якого перевищує у 10 – 20 разів вміст  $\beta$ -каротину. Мінеральний склад плодів хурми представлений алюмінієм, барієм, міддю, хромом, залізом, магнієм, нікелем, свинцем, кремнієм, молібденом, титаном, фосфором, марганцем, натрієм, калієм, йодом, кальцієм та ін.. При проведенні досліджень плодів хурми ідентифіковано 21 летюче з'єднання, аромат обумовлені наявністю Е-2-гексаналю і борнеолацетату.

Плоди хурми східної вживають в їжу у свіжому та сушеному вигляді, використовують для приготування варення, джемів, кондитерських виробів і спиртних напоїв.

## Висновки за розділом

Розроблено структурну схему наукових досліджень, в якій визначено основні етапи роботи, також приведено характеристику плодової сировини, а саме об'єктами досліджень були обрані актинідія китайська (ківі), фейхоа, хурма східна.



## 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Характеристика об'єктів дослідження

Плоди хурми східної і фейхоа зібрані в листопаді, а актинідії китайської – в жовтні 2023 року. Піддані дослідженням зразки були технічної стадії зрілості. Дослідження проводились в лабораторіях Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

#### 3.1.1 Актинідія китайська (ківі)

З метою визначення найперспективніших для переробки сортів актинідії китайської, нами було розглянуто хімічний склад наступних сортів актинідії китайської, а саме – Бруно, Ківальді, Монті, Хейворд, Хейворд К, Хейворд К-10, Хейворд К-12, Хейворд К-16, Хейворд К-17, Чика та Аббот. Всі дані були зведені в таблицю 3.1.

Аналізуючи дані таблиці 3.1 видно, що плоди актинідії китайської багаті фруктозою і вітаміном С, а вміст цукрози незначний.

Велика частка населення України має йододефіцит, то вирішальним фактором у виборі сорту для проведення подальших досліджень став максимальний вміст йоду в плодах ківі. Нами був вибраний сорт Хейворд К-17. Вміст деяких біологічно активних речовин плодів актинідії китайської сорти Хейворд К-17 наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад плодів ківі без перерахунку на суху речовину

Найменування сорту актинїдії китайської (ківі)	Вологість, %	Глюкоза вільна, %	Фруктоза вільна, %	Сахароза, %	Вітамін С, мг %	Йод, мкг %
Бруно	84,92	1,5	2,6	0,5	104,1	0,36
Ківальді	83,93	0,7	1,2	0,2	74,5	0,3
Монті	83,49	1,2	1,9	0,05	95,6	0,23
Хейворд	82,68	0,5	0,9	0,1	118	0,21
Хейворд К	84,40	0,5	0,9	0,05	86,1	0,3
Хейворд К-10	84,78	0,5	0,8	0,05	69,3	0,34
Хейворд К-12	86,02	0,9	1,0	2,5	67,5	0,32
Хейворд К-16	85,67	1,2	2,4	0,4	58,7	0,38
Хейворд К-17	87,13	1,3	2,8	0,3	94,8	0,4
Чика	80,67	1,8	3,6	0,6	95,1	0,37
Аббот	85,58	1,2	2,2	1,1	88,4	0,25

Таблиця 3.2 – Вміст біологічно активних речовин в плодах ківі сорту Хейворд К-17

Показник	Плоди ківі сорт Хейворд К-17
1	2
Аскорбинова кислота, мг %	653,02
Вітамін В <sub>1</sub> , мг/100г	0,9
Вітамін В <sub>2</sub> , мг/100г	1,4
Вітамін В <sub>5</sub> , мг/100г	4,0
β-каротин, мг%	5,34
Катехіни, мг %	577,97
Лейкоантоціани, мг %	501,69

Продовження табл. 3.2

1	2
$\alpha$ -хлорофіл, мг%	11,69
$\beta$ -хлорофіл, мг%	12,71
Загальна кислотність, %	11,86
Лимонна кислота, %	7,54
Яблочна кислота, %	4,15
Пектин розчинний, %	1,27
Протопектин, %	3,39
Йод, мкг%	3,05
Калій, мг %	1248,31
Натрій, мг%	169,49
Кальцій, мг %	173,73
Магній, мг%	97,46
Залізо, мг%	5,08

Аналізуючи дані таблиці 3.2 видно, що плоди ківі сорту Хейворд К-17 містять велику кількість вітаміну С, катехінів, лейкоантоціанів та калію.

### 3.1.2 Фейхоа

Кількісний склад деяких біологічно активних речовин, що містяться в плодах фейхоа, наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вміст біологічно активних речовин в плодах фейхоа

Показник	Плоди фейхоа
Вологість, %	90,3
Глюкоза вільна, %	25,44
Фруктоза вільна, %	23,67
Сахароза, %	0,59
Аскорбінова кислота, мг %	393,81
Вітамін В <sub>1</sub> , мг /100г	2,1
Вітамін В <sub>2</sub> , мг /100г	0,7
Вітамін В <sub>5</sub> , мг /10г	2,0
β-каротин, мг %	5,77
Катехіни, мг %	892,78
Лейкоантоціани, мг %	969,07
α-хлорофіл, мг %	26,39
β-хлорофіл, мг %	11,65
Загальна кислотність, %	22,16
Лимонна кислота, %	14,54
Яблучна кислота, %	3,20
Пектин розчинний, %	4,64
Протопектин, %	4,95
Йод, мкг %	2,58
Калій, мг %	1237,11
Натрій, мг %	154,64
Кальцій, мг %	268,04
Магній, мг %	135,05
Залізо, мг %	2,37

Аналізуючи дані таблиці 3.3 видно, що плоди фейхоа містять велику кількість вітаміну С, катехінів, лейкоантоціанів і калію.

### 3.1.3 Хурма східна

У якості об'єкта дослідження нами був обраний сорт хурми східної, найбільш поширений на території України Хіакуме. Вміст деяких біологічно активних речовин в плодах хурми представлений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вміст біологічно активних речовин в плодах хурми східної сорту Хіакуме

Показник	Плоди хурми східної сорт Хіакуме
1	2
Вологість, %	85,7
Глюкоза вільна, %	30,2
Фруктоза вільна, %	15,99
Сахароза, %	66,31
Аскорбінова кислота, мг %	110,49
Вітамін В <sub>1</sub> , мг/100г	1,4
Вітамін В <sub>2</sub> , мг/100г	1,2
Вітамін В <sub>5</sub> , мг/100г	2,3
β-каротин, мг%	9,93
Катехіни, мг %	962,24
Лейкоантоціани, мг %	972,03
α-хлорофіл, мг%	7,90
β-хлорофіл, мг%	2,17
Загальна кислотність, %	1,82

Продовження табл. 3.4

1	2
Лимонна кислота, %	1,75
Яблочна кислота, %	3,22
Пектин розчинний, %	1,19
Протопектин, %	2,02
Йод, мкг%	4,41
Калій, мг%	699,30
Натрій, мг%	96,50
Кальцій, мг %	122,38
Магній,мг%	57,34
Залізо, мг%	3,50

Аналізуючи дані таблиці 3.4 видно, що плоди хурма сорту Хіакуме містить велику кількість моносахаридів, катехинів, лейкоантоціанів та калію.

Як бачимо з таблиць 3.2 – 3.4, досліджувані нами плоди багаті калієм, аскорбінової кислотою і поліфенольними речовинами, що дозволяє рекомендувати їх внесення в рецептури продуктів функціонального харчування для людей з захворюваннями серцево-судинної системи.

### 3.2 Вибір режимів обробки плодів електромагнітними полями низьких частот

Для попередньої обробки плодів актинїдії китайської, фейхоа і хурми східної амплітудно- і частотно-модульованими електромагнітними полями низьких частот використовувалася стандартна методика. Експериментальна установка НЧ ЕМП, складається з генератора 1 несучої частоти 1, генератора прямокутних імпульсів 2, амплітудного модулятора 3, частотного модулятора 4, фазового модулятора 5,

підсилювача 6, генератора конче низькою частотою 7 (рисунок 3.1 та рисунок 3.2).

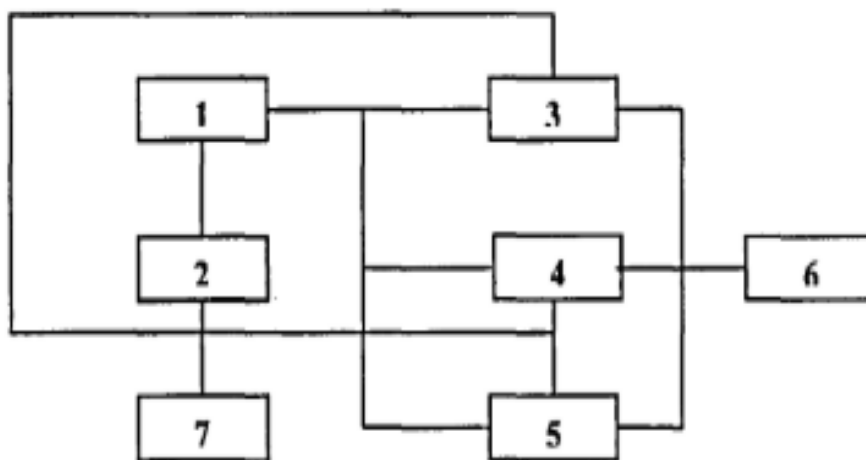


Рисунок 3.1 – Блок-схема установки для обробки сировини ЕМП з різними видами модуляції



Рисунок 3.2 Загальний вигляд установки для обробки сировини ЕМП

Досліджувані зразки плодів поміщали в екрановану камеру, в якій створювалося змінне магнітне поле за допомогою випромінювача (Солєноїда) з числом витків  $n = 2500$ . на випромінювач подавалися амплітудно-модульовані (АМ) коливання та частотно-модульовані (ЧМ) коливання. Величина зміни амплітуди при ЧС коливаннях не перевищувала 0,1 %.

При здійсненні частотної модуляції коливання з виходу генератора 1 надходять на вхід пристрою 4, де здійснюється частотна модуляція, потім коливання з виходу пристрою 4 надходять на вхід підсилювача 6.

На плоди актинїдії китайської, фейхоа і хурми східної вплинули НЧ ЕМП з частотою в інтервалі від 11 до 45 Гц. Основний резонанс спостерігався при частотах  $f = 20,0 - 20,83$  Гц.

У ході досліджень було встановлено, що вплив ЕМП КІЧ діапазону на плоди актинїдії китайської, фейхоа і хурми східної в протязом 20 хв при величині магнітної індукції в діапазоні від 0,05 мТл до 10 мТл, що призвело до появи інтенсивного потоку вологи з внутрішніх шарів м'якоті плодів до поверхні.

Запропонований спосіб НЧ ЕМ-обробки дозволяє кардинально змінити уявлення про можливість отримання високовітамінізованих натуральних харчових добавок з рослинної сировини методом вакуумного сублімаційної сушіння.

### 3.3 Вибір режимів заморожування плодової сировини

Дослідження із заморожування плодів актинїдії китайської, фейхоа та хурми східної проводилися в ДДАЕУ та на підприємстві з виробництва плодоовочевих консервів. Схема експериментального стенда для дослідження процесу заморожування рослинного продукту приведена на рисунку 3.3.



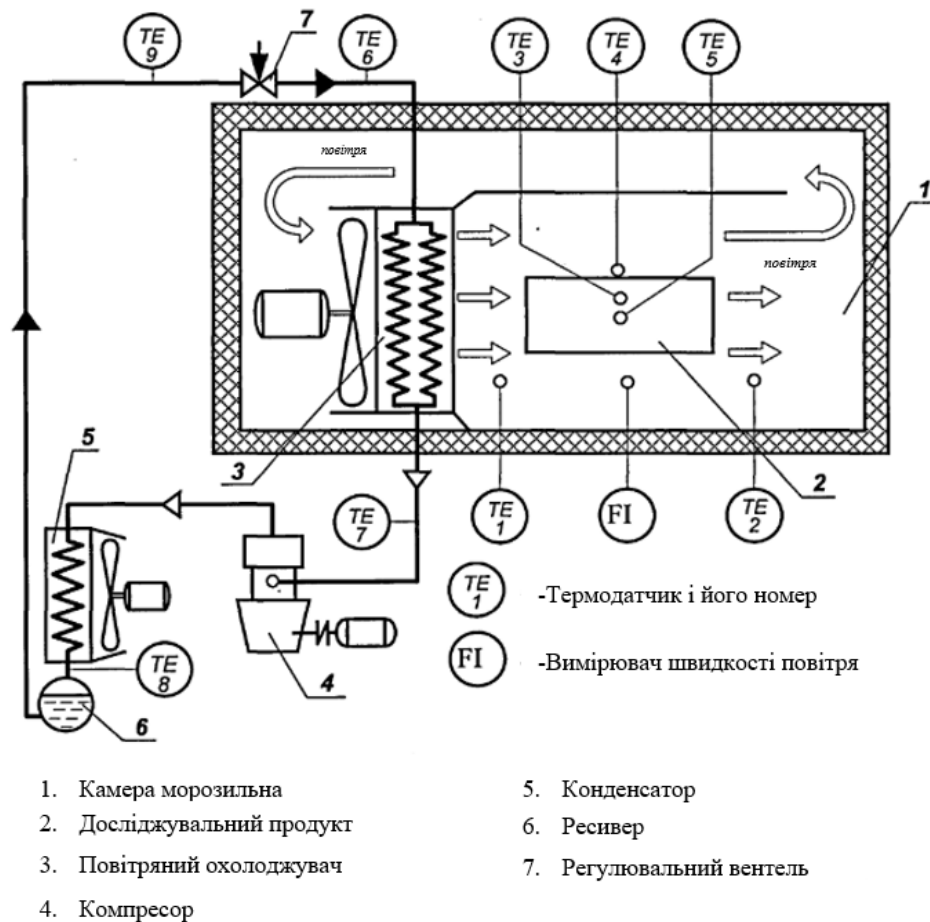


Рисунок 3.3 – Схема експериментального станда для дослідження процесу заморожування рослинного продукту

Нами було обрано метод швидкого заморожування з метою збереження якісних характеристик вихідної сировини. на підставі аналізу проведених теоретичних досліджень, визначено раціональні параметри процесу заморожування – товщина шару продукту – 10 мм, температура повітря у морозильній камері – мінус 30 – 35 °С та швидкість повітря – 0,5 – 1,5 м/с. Такі параметри режиму заморожування дозволяють створити дрібнокристалічну структуру льоду в тканинах плодів актинідії, китайської, фейхоа і східної хурми і запобігти руйнуванню клітин, а, отже, зберегти термолабільні нутрієнти.

Тривалість заморожування плодів фейхоа і у вигляді пюре, та у вигляді шматочків до температури мінус 25°С склала 35 хв, плодів актинідії китайської у тих

ж формах і при тій же температурі – 50 хв. Для заморожування суміші пюре з плодів ківі, фейхоа і хурми східної в рівних пропорціях до  $t = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$  знадобилося 45 хв. Значно повільніше відбувався процес зниження температури у плодах хурми східної. Плоди, подрібнені до пюреподібного стану, заморожувалися до  $t = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 50 хв, а для плодів у вигляді шматочків тривалість зниження температури до мінус  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  склала 60 хв. Отримані дані свідчать про те, що тривалість заморожування залежить не тільки від розмірів та форми сировини, але також і від його хімічного складу і фізичних властивостей.

На рисунку 3.4 наведено графічні залежності частки вимороженою вологи  $w\%$  від температури  $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

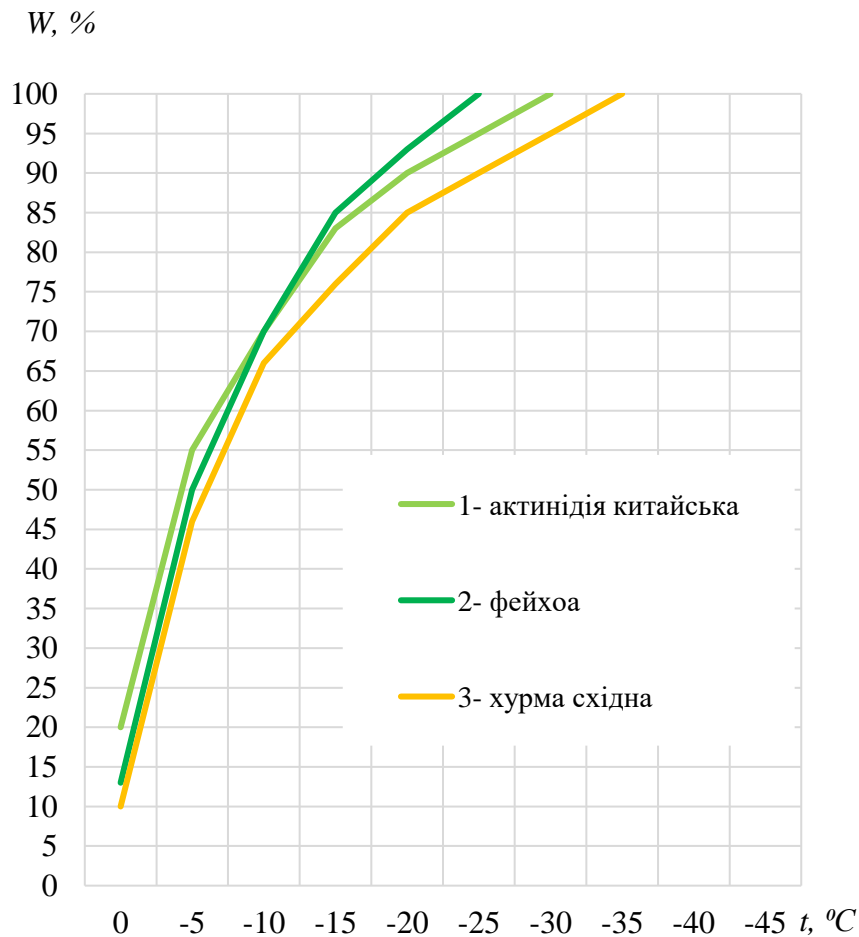


Рисунок 3.4 – Характер зміни частки вимороженої вологи ( $w, \%$ ) у міру зниження температури ( $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Таблиця 3.3 – Дані по визначенню залежності частки вимороженої вологи з плодів від температури заморожування

Найменування об'єкту досліджень	Температура об'єкту, °С					
	0	-5	-10	-15	-20	-25
Ківі	0	55,55	75	76,9	80,1	82,3
Фейхоа	0	48,9	70	70,8	80	80,3
Хурма	0	42,4	62,5	72	70,8	79,8

Як видно з таблиці 3.3, кількість вимороженої вологи з плодів актинїдії китайської, фейхоа і хурми східної найбільша при температурі мінус 25 °С. При подальшому зниженні температури заморожування не відбувається суттєвого збільшення кількості вимороженої вологи, але енерговитрати підвищуються практично у 1,5 – 2,0 рази.

Графічна залежність зміни частки вимороженої вологи від температури (рисунок 3.3) представляє собою круто висхідну лінію, що свідчить о можливості досягнення залишковою вологи в плодах 5 % при температурі заморожування від мінус 23 до мінус 28 °С.

### 3.4 Розробка технології харчових добавок

Технологія вакуумної сублимаційного сушіння зображена на рисунку 3.5 наведено технологічна схема виробництва натуральних харчових добавок (ХД) методом вакуумної сублимаційної сушіння (ВСС).

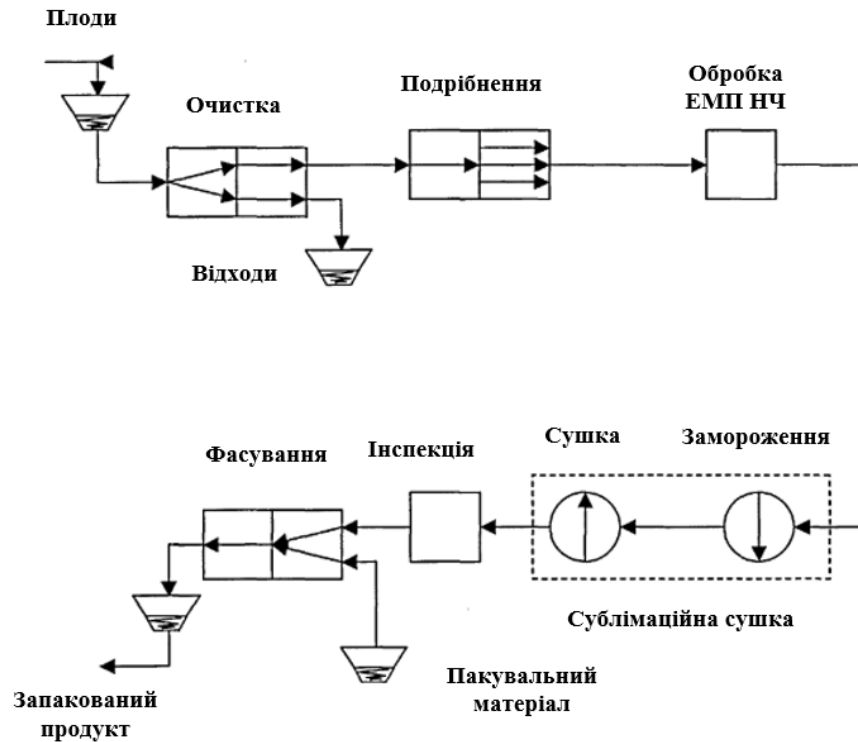


Рисунок 3.5 – Технологічна схема виробництва ХД методом ВСС

#### 3.4.1 Основні етапи технологічного процесу

Технологія харчових добавок вакуумного сублимаційного сушіння передбачає послідовне виконання наступних операцій. Призначені для переробки плоди хурми, ківі та фейхоа, у стадії технічної зрілості, піддаються вхідному контролю, сортуванню та миттю. Далі плоди фейхоа очищують від плодоніжок, плоди хурми – від плодоніжок та кісточок, а плоди ківі – від шкірки. Після цього плоди обполіскують. Всі плоди в залежності від подальшого застосування або подрібнюються до пюреподібного стану, або нарізуються шматочками завтовшки не більше 10 мм. Отримані пюре або суміш пюре з різних плодів у пропорціях, визначених рецептурами, або шматочки плодів дозуються в лист, обробляються амплітудно-і частотно модульованими електромагнітними полями низької частоти, заморожуються і піддаються сушінню сублимації. Готовий сухий продукт вивантажують з деко, перевіряють, додрібнюють (для пюре) і дозують у герметичні пакети з комбінованої плівки. На стадії підготовки сировини, а також при

вивантаженні сухого продукту відбираються проби для комплексного контролю якості.

### 3.4.2 Основні технологічні параметри процесу

Попередня підготовка сировини здійснювалася у виробничих приміщеннях підготовчого цеху підприємства з виробництва плодоовочевих консервів. Подрібнення плодів та перемішування пюре, дозування суміші в деко проводилося в умовах стерильного боксу, використовувалися промисловий міксер, лопатева мішалка, ваги, мірна ємність. Технологічна тара та інструмент піддавалися попередній стерилізації в сухожаровій шафі при температурі 130 °С. Продукти, що контактують з робочими поверхнями обладнання обробляли 70 % водноспиртовим розчином. Підготовлене пюре дозували в листи шаром товщиною 10 мм, зовнішню поверхню листа з продуктом закривали стерильними марлевими серветками з метою запобігання вторинного мікрообсіменіння. Потім проводили обробку сировини амплітудно-і частотно-модуляційними електромагнітними полями низьких частот у діапазоні 20,0 – 20,83 Гц.

### 3.5 Результати досліджень якісного складу натуральних харчових добавок

Зміни вмісту біологічно активних речовин в харчових добавках, отриманих методом вакуумного сублімаційного сушіння

У таблиці 3.4 наведено дані про вміст вітамінів у харчових добавках вакуумного сублімаційного сушіння з попередньою обробкою електромагнітними полями низьких частот і без її.

Таблиця 3.4 – Вміст вітамінів у ХД із плодів ківі, фейхоа та хурми, отриманих методом ВСС без попередньої обробки і оброблених ЕМП НЧ

Найменування	Вітамін С, мг %	Вітамін В <sub>1</sub> , мг %	Вітамін В <sub>2</sub> , мг %	Вітамін В <sub>5</sub> , мг %
ХД з плодів ківі з обробкою ЕМП НЧ	626,9	0,85	1,3	3,72
ХД з плодів ківі без обробки ЕМП НЧ	582,4	0,77	1,22	3,4
ХД із плодів фейхоа з обробкою ЕМП НЧ	106,3	2,00	0,65	1,85
ХД із плодів фейхоа без обробки ЕМП НЧ	59,9	1,83	0,6	1,7
ХД з плодів хурми східної з обробкою ЕМП НЧ	54,1	1,32	1,13	2,12
ХД із плодів хурми східної без обробки ЕМП НЧ	43	1,22	1,03	1,96

Аналіз таблиці 3.4 показує, що обробка амплітудно- і частотно модульованими електромагнітними полями низьких частот дозволяє зберегти вітаміни в харчових добавках на 7 – 12 % більше, порівняно з необробленими плодами.

Натуральні харчові добавки сублімаційної сушіння за своїми органолептичними показниками різко відрізняються від ХД, висушених в вакуумі ЕМП НВЧ. Вони зберігають свій об'єм, колір, аромат, розтираються в порошок зі специфічними, добре збереженими смаковими якостями.

Плоди мікрохвильового вакуумного сушіння втрачають свою форму, колір і аромат; вони сплющуються, стають твердими, набувають коричневого забарвлення і втрачають аромат.

При комплексній оцінці якості, що включає органолептичні та фізико-хімічні показники, плоди ВСС значно вищі за якістю.

На рисунках 3.6– 3.8 показано зміну вмісту вітамін А і С в харчових добавках з плодів актинідії китайської, фейхоа і хурми східної в залежності від технології виробництва.

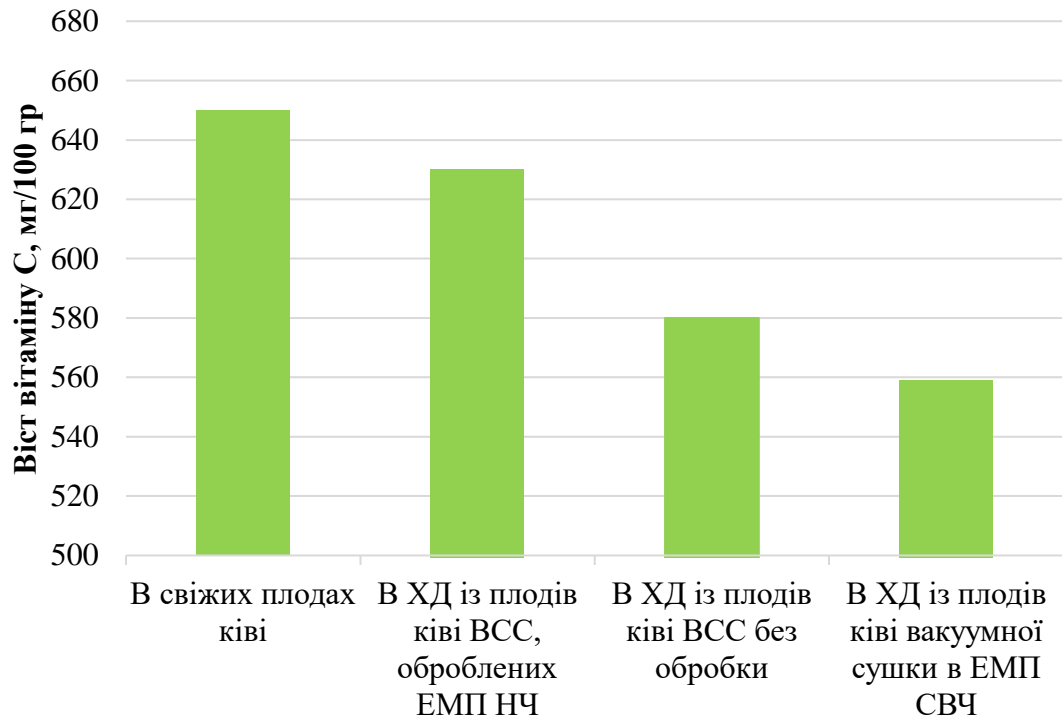


Рисунок 3.6 – Зміна вмісту вітаміну С в ХД з плодів ківі

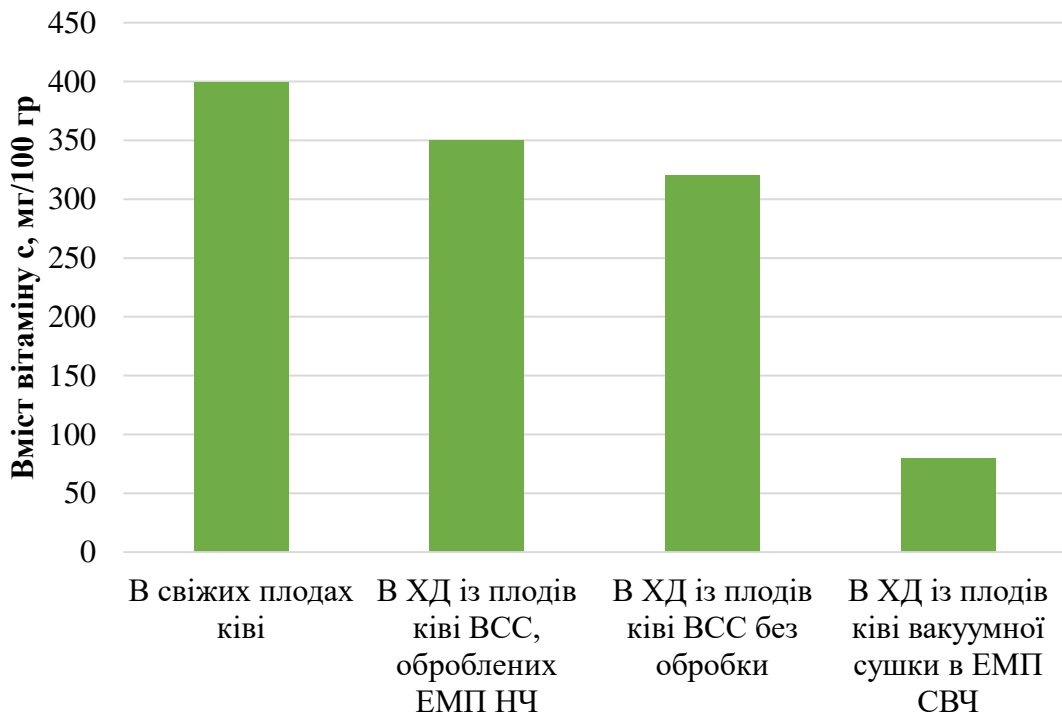


Рисунок 3.7 – Зміна вітаміну С в ХД з плодів фейхоа

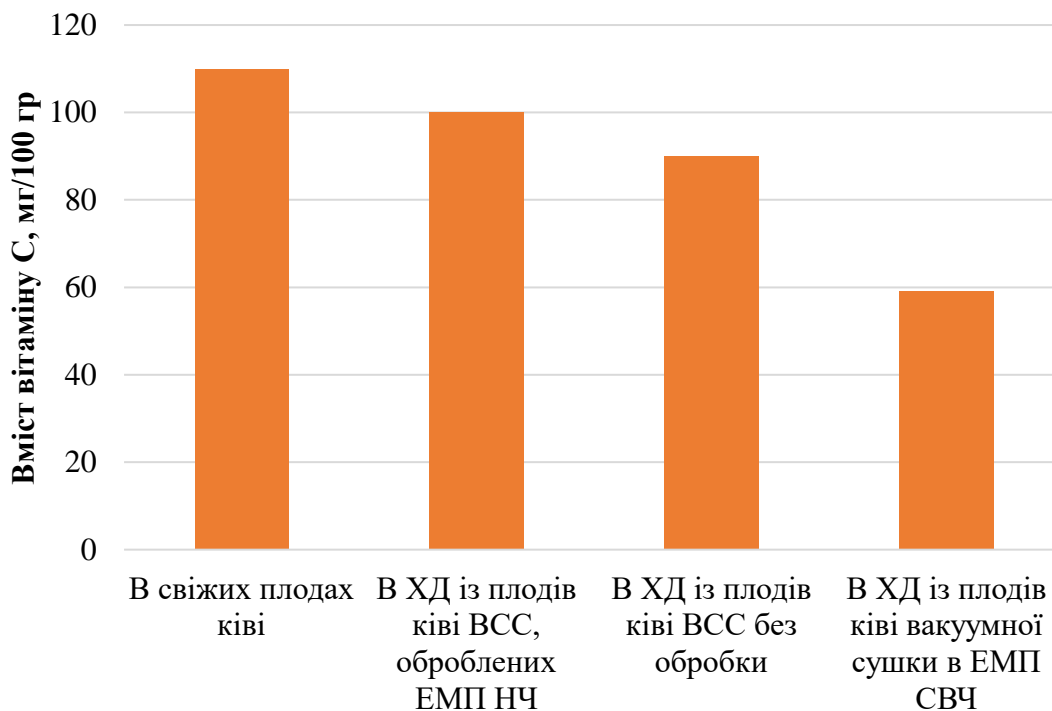


Рисунок 3.8 – Зміна вмісту вітаміну С в ХД з плодів хурми

Порівняльна характеристика показників якості продуктів, отриманих методами вакуумного сублимаційного сушіння та вакуумного сушіння в ЕМП НВЧ після 6 місяців зберігання

Результати досліджень щодо вмісту біологічно активних речовин у харчових добавках з плодів ківі, фейхоа та хурми східної через 6 місяців зберігання наведено в таблицях 3.5 – 3.7.



Таблиця 3.5 – Вміст біологічно активних речовин у харчових добавках з плодів ківі через 6 місяців зберігання

Найменування показників	ХД з плодів ківі (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД з плодів ківі (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД плодів ківі (метод вакуумного сушіння в ЕМП СВЧ)
Аскорбінова кислота, мг %	535,4	532,03	467,8
Катехіни, мг %	84,07	80,44	38,09
Лейкоантоціани, мг %	29,2	28,15	-
Пектин розчинний, %	0,62	0,56	0,44
Протопектин, %	0,62	0,33	0,26
Йод, мкг %	1,68	1,58	0,79

Таблиця 3.6 – Вміст біологічно активних речовин в харчових добавках з плодів фейхоа через 6 місяців зберігання

Найменування показників	ХД з плодів фейхоа (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД з плодів фейхоа (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД плодів фейхоа (метод вакуумного сушіння в ЕМП СВЧ)
Аскорбінова кислота, мг %	283,8	276,8	39,0
Катехіни, мг %	205,6	197,1	67,9
Лейкоантоціани, мг %	67,3	66,6	30,1
Пектин розчинний, %	0,69	0,56	0,41
Протопектин, %	0,68	0,6	0,46
Йод, мкг %	1,54	1,47	1,21

Таблиця 3.7 – Вміст біологічно активних речовин у харчових добавках з плодів хурми східної через 6 місяців зберігання

Найменування показників	ХД з плодів хурми (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД з плодів хурми (метод ВСС) ( $t_{\text{досушування}} = + 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )	ХД плодів хурми (метод вакуумного сушіння в ЕМП СВЧ)
Аскорбінова кислота, мг%	80,43	77,5	28,95
Катехіни, мг %	251,8	231,2	210,2
Лейкоантоціани, мг %	52,3	41,2	28,5
Пектин розчинний, %	0,71	0,71	0,68
Протопектин, %	0,65	0,52	0,68
Йод, мкг%	1,84	1,55	1,28

Вміст біологічно активних речовин в плодах хурми східній, фейхоа і ківі визначалися через 6 місяців зберігання.

Плоди сублімаційного сушіння мали значно більшу гігроскопічність, ніж плоди мікрохвильового вакуумного сушіння. Фейхоа, хурма і ківі мікрохвильового вакуумного сушіння ущільнювалися і стискувалися, внаслідок чого гігроскопічність їх різко знижувалася.

Аналіз отриманих даних, наведених у таблицях 3.5 – 3.7, показав, що з урахуванням окисних процесів та втрат біологічно активних речовин, спостерігається різке зниження кількісних показників ХД, отриманих методом вакуумного сушіння в електромагнітних полях надвисоких частот. Харчові добавки, отримані методом вакуумного сублімаційного сушіння, зберігаються без помітного погіршення якісних показників.

Зниження вмісту вітаміну С, пектинових речовин, йоду і поліфенолів в плодах сублімаційної сушіння незначно. Різке зниження аскорбінової кислоти, катехінів та

лейкоантоціанів у плодах, висушених в ЕМП НВЧ у вакуумі, пояснюється наявністю в упаковці залишкових кількостей кисню повітря та більшою вологістю готового продукту – 8 – 10 %, у порівнянні з ХД вакуумного сублімаційного сушіння.

На основі проведених досліджень і отриманих експериментальних даних, можна, зробити висновок, що харчові добавки, отримані методом вакуумного сублімаційного сушіння з попередньою обробкою сировини амплітудно- і частотно-модуляційними електромагнітними полями низьких частот з органолептичних та фізико хімічним показникам, а також термінам зберігання значно перевершують ХД, отримані методом вакуумного сушіння в електромагнітних полях надвисоких частот. Таким чином, вперше у світовій технологічній практиці вдалося створити унікальний спосіб виробництва сухих швидковідновлюваних харчових добавок, отриманих з допомогою НЧ ЕМ-обробки і вакуумного сублімаційного сушіння.

#### Висновки за розділом

Розроблено технологічну схему виробництва харчових добавок з попередньою обробкою сировини амплітудно- і частотно модуляційними електромагнітними полями низьких частот. Встановлено, що попередня обробка сировини перед сушінням ЕМП НЧ у діапазоні 20,0 – 20,83 Гц дозволяє скоротити тривалість процесу видалення вологи на 15 – 20 % і підвищити збереження в готовому продукті водорозчинних вітамінів на 7 – 12 %.

Експериментально встановлено, що максимальний рівень безпеки біологічно активних речовин харчових добавок із плодів субтропічних культур досягається при заморожуванні їх в умовах інтенсивного теплообміну при температурі повітря мінус 30 – 35 °С, наступним вакуумним сублімаційним сушінням при температурі сублімації мінус 34 °С, тиску 0,2 мм рт. ст. (24,7 Па ) і температурі досушування 25 – 30 °С).

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Розроблення пам'ятки роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці

Дбати про належні, безпечні та здорові умови праці та запобігати нещасним випадкам та професійним захворюванням є безпосередній обов'язком кожного роботодавця. З метою створення безпечних умов праці нами було розроблено дану пам'ятку (рисунок 4.1).

Пам'ятка роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці	
 <p><b>Інформування працівників</b></p> <p>При прийнятті на роботу <b>поінформуйте працівників про наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих чинників, можливий вплив на здоров'я, а також про передбачені пільги й компенсації за роботу в таких умовах.</b></p> <p>Перед початком самостійної роботи проведіть вступні інструктажі.</p>	 <p><b>Обов'язкові медогляди</b></p> <p>Для важких робіт і робіт підвищеної небезпеки, водіїв транспортних засобів, неповнолітніх та інших категорій працівників <b>обов'язкові попередній і періодичні медогляди проводяться коштом роботодавця.</b></p>
 <p><b>Страхування від нещасного випадку і профзахворювань</b></p> <p>У разі шкоди здоров'ю працівника або смертельного випадку <b>відшкодування потерпілим або їхнім родичам надає Фонд соціального страхування та роботодавець, якщо це зазначено в колективному/трудоному договорі.</b></p>	 <p><b>Пільги й компенсації</b></p> <p>За важкі й шкідливі умови праці ви маєте надавати працівнику: лікувально-профілактичне харчування, молоко, газовану солону воду; оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення; скорочений робочий час; додаткову оплачувану відпустку.</p>
 <p><b>Засоби індивідуального захисту</b></p> <p>Забезпечте працівників спеціальним одягом і взуттям, засобами для захисту голови, органів дихання та інших частин тіла, а також мийними і знешкоджувальними засобами.</p>	 <p><b>Служба охорони праці на підприємстві</b></p> <p>Якщо маєте 50 і більше працівників — створіть службу охорони праці. Менш ніж 50 працівників — ці функції можуть виконувати підготовлені особи за сумісництвом. Менш ніж 20 працівників — можете залучати сторонніх фахівців на договірних засадах.</p>
 <p><b>Атестація робочих місць</b></p> <p>Обов'язкова для підприємств, де технологічний процес, обладнання, матеріали є потенційним джерелом шкідливих і небезпечних виробничих чинників.</p>	 <p><b>Навчання й перевірка знань працівників з охорони праці</b></p> <p>Розробіть правила виконання робіт і поведінки працівників на робочих місцях. Проводьте навчання з охорони праці, надання першої медичної допомоги, дій у разі аварії.</p>

Рисунок 4.1 – Пам'ятка роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці

## 4.2 Утилізація відходів виробництва харчових добавок з фруктів

Сьогодні важко уявити продукти харчової промисловості без використання різних добавок, завдяки яким вони набувають властивості, придумані технологами. Ви можете зробити продукт більш смачним, додавши в нього підсилювачі смаку, ароматизатори допомагають надати бажаний аромат. За допомогою різних консервантів можна без проблем продовжити термін придатності на сьогоднішній день. А додаючи в продукт стабілізатори і барвники, можна домогтися бажаної консистенції і кольору.

Як правило, в їжу використовується невелика кількість харчових добавок, тому вони, у великих концентраціях не є небезпечними для здоров'я людини. Однак, якщо ви викинете велику кількість барвників, емульгаторів та інших добавок у смітник або, що ще гірше, залишите їх на відкритому повітрі, вони можуть завдати шкоди навколишньому середовищу. Місце, де скупчуються такі відходи, може стати причиною виникнення астми, алергічних захворювань і навіть раку.

Основною вимогою до упаковки для транспортування і тимчасового зберігання зіпсованих і прострочених харчових добавок до їх видалення або ремонту є запобігання їх потрапляння в навколишнє середовище.

Для досягнення цих цілей важлива належна переробка відходів виробництва. Одним із способів покращити використання цих матеріалів є організація використання відходів із фруктових вичавок. Цей процес може бути здійснений на консервних заводах, після чого сировина може бути відправлена на різні комбікормові заводи для подальшого використання.

Існує 2 основних напрямки для раціонального та ефективного використання сировини у виробництві:

1. Вибір найбільш підходящого способу переробки. Його завдання – мінімізувати утворення відходів. Це найбільш важливий напрямок, оскільки основними витратами підприємства є закупівля сировини.

2. Організація процесів переробки відходів, які неминуче виникають в процесі виробництва. Утворені відходи слід використовувати для виробництва харчових або технічних продуктів.

Зазвичай відходами після переробки є:

1. Продукти, які не підходять для приготування харчових добавок з фруктів через невідповідність зрілості і деяких додаткових параметрів.

2. Сировина, яка з яких-небудь причин не підходить для вживання в їжу.

Вважається, що найбільш доцільним способом використання таких продуктів є їх вторинна переробка. Тобто такі фрукти зазвичай сушать.

Поширеним застосуванням відходів фруктового виробництва є виробництво різних барвників. Для цієї мети використовуються методи екстракції та дистиляції. Існує також технологія отримання барвників з відходів фруктів і ягід.

Висновки за розділом

Запропоновано до впровадження пам'ятку роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці, розглянуто шляхи утилізації відходів виробництва при переробці фруктів у харчові добавки та консерви, а також шляхи їх зменшення, що в свою чергу призведе до покращення впливу виробництва на екологію регіону та покращення економічної складової підприємства.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Витрати на проведення досліджень

Розроблений кошторис витрат може бути використаний для визначення витрат, пов'язаних з виконанням наукових досліджень. До них відносяться різні фактори, такі як вартість матеріальних ресурсів, використовуваної електроенергії, нарахована заробітна плата, амортизація та накладні витрати.

Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів здійснюється за наступною формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де  $m_1$  – витрачений матеріал;

$C_1$  – вартість матеріалу, грн/кг.

У запропонованій таблиці 5.1 наведені результати розрахунку вартості матеріалу.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів і їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Актинідія китайська (ківі), кг	2	120,00	240,00
Фейхоа, кг	2	240,00	480,00
Хурма східна, л	2	180,00	360,00
Всього			1080,00

У таблиці 5.2 представлені результати розрахунку заробітної плати учасників досліджень, яку визначаємо множенням середньої погодинної заробітної плати працівника на суму витраченого часу.

Таблиця 5.2 – Витрати на заробітну платню учасника наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник робіт	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування заробітної плати еквівалентно 22 % від загальної суми заробітної плати, що оподатковується єдиним податком:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Вартість витраченої електроенергії визначається за такою формулою:

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

де  $M$  – потужність дослідного устаткування, кВт;

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

$T$  – тривалість роботи установки, год;

$a$  – вартість електроенергії, грн/(кВт/год).

Вартість споживання енергії для обробки сировини ЕМП:

$$E_{\text{оброб.ЕМП}} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 7,32 = 252,98 \text{ грн.}$$

Вартість споживання енергії вакуумною сублимаційною сушаркою:

$$E_{\text{ВСС}} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 7,32 = 252,98 \text{ грн.}$$



Вартість витрат електроенергії на ПК:

$$E_{п.к.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 160 \cdot 7,32 = 948,67 \text{ грн.}$$

Сумарні затрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{оброб.ЕМП} + E_{ВСС} + E_{п.к.} = 252,98 + 252,98 + 948,67 = 1454,63 \text{ грн.}$$

З використанням рівняння 5.3 для визначаємо вартість амортизації обладнання, використаного в ході дослідження:

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

де  $A$  – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$\Phi$  – вартість обладнання, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – тривалість року.

У таблиці 6.3 наведені результати розрахунків амортизаційних відрахувань.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків амортизаційних відрахувань

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Установка ЕМП	5480,00	10	2	3,00
Вакуумна сублимаційна сушарка	28000,00	10	2	15,34
Персональний комп'ютер	12800,00	24	20	168,32
Всього				186,66

Накладні витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням та управлінням виробництвом, включають витрати, які повинні бути виплачені обслуговуючому та управлінському персоналу. Витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням установки, еквівалентні 80 % від розрахункової заробітної плати виконавця дослідження:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Орієнтовна вартість проведеного наукового дослідження наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Орієнтовна вартість проведеного наукового дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	1080,00
Заробітна плата (ЗП)	741,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	163,02
Електроенергія (Е)	1454,63
Амортизація (А)	186,66
Накладні витрати (НВ)	592,80
Всього	4218,11

Згідно з проведеним аналізом, витрати на основні матеріали та витрати на витрачену електроенергію є найважливішими витратами, які займають лідируючі позиції у списку.

## 5.2 Розрахунок вартості дослідження

Оскільки дослідницька робота пов'язана з фундаментальними дослідженнями, вартість визначалася на основі вартості та прибутковості проведення досліджень:

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

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 4218,11 + \frac{30 \cdot 4218,11}{100} = 5483,54 \text{ грн.}$$

Сума витрат, затрачених на проведення досліджень, складає 5483,54 грн.

#### Висновки за розділом

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, еквівалентні 1080,00 грн. і 1454,83 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 5483,54 грн.

Орієнтовна вартість 100 грамів харчової добавки з актинідії китайської вартує 450 грн, що на 120 грн більше ніж вартість контрольного зразку висушеного за стандартною технологією, що стосується харчової добавки з фейхоа та хурми східної то вони також зросли у вартості в середньому на 30 % за умови впровадження розробленої технології.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Сублімація має ряд незаперечних переваг, до яких можна, віднести не тільки можливість тривалого зберігання сублімованих продуктів при позитивних температурах, але і високий ступінь збереження компонентів, що визначають біологічну цінність продуктів, значне зменшення маси і швидку відновлюваність продукту.

У зв'язку з цим, актуальною проблемою стає необхідність дослідження способів зниження енерговитрат на сублімацію, з максимальним збереженням біологічно активних речовин сировини

Досліджено кількісний та якісний склад біологічно активних речовин плодів актинїдії китайської, фейхоа та хурми східної. Отримані дані свідчать про високий вміст аскорбінової кислоти в плодах ківі (461,02) мг %), катехинів (962,24) і 892,78 мг%) і лейкоантоціанів (972,03) і 969,07 мг %) – в плодах хурми східної і фейхоа відповідно, калію (1237,11) і 1248,31 мг %) – в плодах фейхоа та ківі відповідно.

Розроблено технологічну схему виробництва харчових добавок з попередньою обробкою сировини амплітудно- і частотно модуляційними електромагнітними полями низьких частот. Встановлено, що попередня обробка сировини перед сушінням ЕМП НЧ у діапазоні 20,0 – 20,83 Гц дозволяє скоротити тривалість процесу видалення вологи на 15 – 20 % і підвищити збереження в готовому продукті водорозчинних вітамінів на 7 – 12 %.

Експериментально встановлено, що максимальний рівень безпеки біологічно активних речовин харчових добавок із плодів субтропічних культур досягається при заморожуванні їх в умовах інтенсивного теплообміну при температурі повітря мінус 30 – 35 °С, наступним вакуумним сублімаційним сушінням при температурі сублімації мінус 34 °С, тиску 0,2 мм рт. ст. (24,7 Па ) і температурі досушування 25 – 30 °С).

Запропоновано до впровадження пам'ятку роботодавцю як створити безпечні і здорові умови праці, розглянуто шляхи утилізації відходів виробництва при переробці фруктів у харчові добавки та консерви, а також шляхи їх зменшення, що в свою чергу призведе до покращення впливу виробництва на екологію регіону та покращення економічної складової підприємства.

Найбільш важливими статтями досліджуваних витрат є витрати на основні матеріали та витрати на електроенергію, еквівалентні 1080,00 грн. і 1454,83 грн. відповідно. Загалом вартість досліджень становить 5483,54 грн.

Орієнтовна вартість 100 грамів харчової добавки з актинідії китайської вартує 450 грн, що на 120 грн більше ніж вартість контрольного зразку висушеного за стандартною технологією, що стосується харчової добавки з фейхоа та хурми східної то вони також зросли у вартості в середньому на 30 % за умови впровадження розробленої технології.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.
2. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Г.І. Подпрятков та ін. Київ: Мета, 2002. 495 с.
3. Мельник Ю. О. Аналіз ефективності функціонування плодоовочеконсервних підприємств Тернопільської області // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: економіка. - 2005. - № 18. - С. 257- 259.
4. Осипов П.В. Інтегральний продуктивний потенціал харчової промисловості. - Одеса: Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, 2004. - 289 с.
5. <https://newsua.one/econ/76887-pererobka-v-dhodiv-virobnictva-konserviv-v-ukraini.html>
6. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18504/%D0%9F%D1%80%D0%BE%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
7. <https://studfile.net/preview/9634294/page:3/>.
8. <http://um.co.ua/9/9-5/9-5939.html>.
9. <https://jobs.ua/rus/dkhp/articles-881>.
10. <https://core.ac.uk/reader/249317960>.
11. <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/akademichna>.
12. ДСТУ 4900-2007 «Джем, конфітур, повидло. Загальні технічні умови»

13. Marshall R. T. Ice Cream / Marshall R. T., Goff H. D., Hartel R. W. – [6th Edn.] – New York: Kluwer Academic, 2003. – 371 p.
14. Kilara A. Ice cream and frozen desserts / A. Kilara, R. Chandan, N. Shah // Dairy Processing & Quality Assurance. – Eds. : Wiley-Blackwell: New Delhi, India, 2008. – P. 364–365.
15. Clarke C. The Science of Ice Cream / Clarke C. – The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2004. – 241 p.
16. Goff H. D. Ice cream and frozen desserts / H. D. Goff, R. W. Hartel // Frozen Foods; Hui, Y.A., Ed.; Marcel Dekker: New York, 2004. – P. 494–565.
17. Hartel, R. W. Ice crystallization during the manufacture of ice cream / R. W. Hartel // Trends in Food Science & Technology. – 1996. – № 7. – P. 315–321.
18. Clarke C. The Science of Ice Cream / C. Clarke // The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK. – 2004. – P. 13-59.
19. Thomas E. L. Structure and properties of ice cream emulsions / Thomas E. L. // Food Technol. – 1981. – P. 35–41.
20. Arbuckle W. S. Ice Cream / Arbuckle W. S. (Fourth edition). Westport Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1986. – 483 p.
21. Goff H. D. Changing the ice in ice cream / H. D. Goff, A. Regand, B. Tharp // Dairy Industry International. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 30–32.
22. The structure of ice cream / Berger K. G., Bullimore B. K., White G. W. [et al.] // Dairy Ind. – 1972. Aug. – P. 419–424, – 1997. Sept. – P. 493–497
23. Turan S. Interaction of Fat and Air in Ice Cream / S. Turan, M. Kirkland, P. A. Trusty // Dairy Industry International. – 1999. – Vol. 64, № 1. – P. 27–31.
24. Koxholt M. M. R. Effect of the Fat Globule Sizes on the Meltdown of Ice Cream / M. M. R. Koxholt, B. Eisenmann, J. Hinrichs // Journal of Dairy Science. – 2001. – Vol. 84, № 1. – P. 31–37.
25. Patel M. R. Increasing The Protein Content of Ice Cream / M. R. Patel, R. J. Baer, M. R. Acharya // Journal of Dairy Science. – 2006. – Vol. 89, № 5. – P. 1400–1406.

26. Flores A. A. Recrystallization in ice cream after constant and cycling temperature storage conditions as affected by stabilizers / A. A. Flores, H. D. Goff. *J. Dairy Sci.* – 1999. – № 82. – P. 1408–1415.
27. Hartel R. W. Mechanisms and kinetics of recrystallization in ice cream / R. W. Hartel // *Properties of Waters in Foods : ISOPOW 6* ; Reid, D. S., Ed., Blackie Academic & Professional : New York, – 1998. – P. 287–319.
28. Bayardo Karla. Effects of Stabilizers and Processing on the Microstructure and Stability of a Model of Ice Cream: A Thesis for the degree of Master of Science / Bayardo Karla – Canada: Guelph , 2001. – 175 p.
29. Protein-polysaccharide interactions / J. L. Doublier, C. Garnier, D. Renand., C. Sanchez // *Current Opinion in Colloid & Interface Science.* – 2000. – № 5. – P. 202– 214.
30. Goff H. D. Hydrocolloid applications in frozen foods: an end-users viewpoint / H. D. Goff, P. A Williams // *Gums and Stabilizers for the Food Industry.* Ed.; Royal Society of Chemistry: Dorset, UK. – 2006. – № 13. – P. 403–412.
31. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems / E. Dickinson // *Food Hydrocolloids.* – 2003. – №17. – P. 23– 39.
32. Eisner M. D. Air cell microstructure in high viscous ice cream matrix / M. D. Eisner, H. Wildmoser, E. J. Windhab // *Colloids and Surfaces & Physicochemical and Engineering Aspects.* – 2005. – P. 263, 390–399.