

**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 дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Удосконалення технологічного процесу сушіння
плодів обліпихи**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Євген ЧЕРЕДНИК

Керівник: _____ Олександр ПІВОВАРОВ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«12» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Череднику Євгену Валерійовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічного процесу сушіння плодів обліпихи».
Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року № 3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань теплової обробки плодів та ягід з метою покращення їх показників якості при виробництві харчових продуктів. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Методика та організація проведення досліджень. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення досліджень. 4 Результати досліджень та їх аналіз. 5 Практична реалізація результатів досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	професор ПІВОВАРОВ Олександр	12.11.2024	13.12.2024
5	професор ПІВОВАРОВ Олександр	12.11.2024	13.12.2024
6	професор ПІВОВАРОВ Олександр	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.24	виконано
2	Огляд літератури	14.11-18.11.24	виконано
3	Методика та організація проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Результати досліджень та їх аналіз	20.11-29.11.24	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	02.12-03.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.12-05.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	06.12-09.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12-11.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Євген ЧЕРЕДНИК

Керівник роботи

(підпис)

Олександр ПІВОВАРОВ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи охоплює 66 сторінок тексту, містить 18 рисунків та ілюстрацій, 17 таблиць і включає 50 посилань на літературні джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технологічного процесу виробництва сушених плодів обліпихи.

Об'єкт дослідження – процес отримання сухих плодів обліпихи.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників сухих плодів обліпихи від параметрів процесу радіаційного сушіння.

Обліпиха багата на вітаміни (А, С, Е, групи В), мікроелементи (залізо, магній), антиоксиданти та корисні жирні кислоти. У сушеному вигляді вона зберігає більшість своїх корисних властивостей, що робить її затребуваним продуктом у сегменті здорових перекусів, добавок до чаю чи каш.

Сушена обліпиха широко використовується в кулінарії та косметології. Вона є основою для виробництва чаїв, сумішей для випічки, соусів, а також інгредієнтом у продуктах функціонального харчування.

В цілому, розвиток виробництва сушених плодів обліпихи є перспективним напрямком, який задовольняє запити сучасного споживача, сприяє розвитку органічного землеробства та відкриває можливості для внутрішнього ринку і експорту. На території України розташовані достатньо великі насадження культурної обліпихи, створені для переробки основної частини врожаю на олію обліпихи. Найменша частина використовується для виробництва консервованої продукції, а саме джемів, протертих мас, соків та напоїв.

Ключові слова: ПЛОДИ ОБЛІПИХИ, СУШЕНІ ПЛОДИ, СУШІННЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИВАЛІСТЬ, ВОЛОГІСТЬ, БЕЗПЕЧНІСТЬ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Коротка характеристика плодів обліпихи та її область застосування	9
1.2 Хімічний склад плодів обліпихи	14
1.3 Методи та особливості сушіння плодів та ягід	17
1.4 Попередня підготовка сировини до сушіння	18
Висновки за розділом	20
2 МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Організація експериментальних робіт	21
2.2 Методи визначення якості плодів обліпихи	22
2.3 Методика проведення експериментальних робіт	22
Висновки за розділом	24
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	25
3.1 Дослідження впливу температури та способу сушіння при отриманні сухих плодів обліпихи	25
3.2 Дослідження впливу попередньої обробки на тривалість сушіння та якість сухих плодів обліпихи	27
3.3 Дослідження жиророзчинних вітамінів свіжих та сухих плодів обліпихи	34
3.4 Дослідження мікробіологічних показників плодів обліпихи	40
3.5 Показники безпеки плодів обліпихи	41
Висновки за розділом	42
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
4.1 Розробка технології сушіння свіжих плодів обліпихи	44
4.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників сухих плодів обліпихи	46
Висновки за розділом	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	49
5.1 Розробка карти безпеки праці	49

5.2 Утилізація відходів під час сушіння плодово-ягідної сировини	50
Висновки за розділом	52
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	53
6.1 Організація проведення дослідження	53
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	54
6.3 Розрахунок вартості дослідження	57
Висновки за розділом	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
БІБЛІОГРАФІЯ	61

ВСТУП

Останнім часом наголошується на необхідності проведення досліджень з отримання харчових добавок на базі природної сировини, пошуку оптимальних методів її переробки, створення безвідходних технологій, а також розширення виробництва продуктів харчування, збагачених вітамінами, білковими та іншими компонентами підвищеної харчової цінності.

Виробництво сушених плодів обліпихи є актуальним з кількох причин, зумовлених сучасними тенденціями у сфері здорового харчування, екології та аграрного бізнесу.

Обліпиха багата на вітаміни (А, С, Е, групи В), мікроелементи (залізо, магній), антиоксиданти та корисні жирні кислоти. У сушеному вигляді вона зберігає більшість своїх корисних властивостей, що робить її затребуваним продуктом у сегменті здорових перекусів, добавок до чаю чи каш.

Сушена обліпиха широко використовується в кулінарії та косметології. Вона є основою для виробництва чаїв, сумішей для випічки, соусів, а також інгредієнтом у продуктах функціонального харчування.

Сушені плоди обліпихи мають значно довший термін зберігання у порівнянні зі свіжими. Це дає можливість підприємствам реалізовувати продукцію протягом усього року, розширюючи ринки збуту.

Обліпиха є цінним продуктом у країнах Європи, Азії та Північної Америки, де вона використовується як сировина для виробництва напоїв, продуктів харчування та косметичних засобів. Попит на органічні та натуральні продукти в цих регіонах сприяє активному експорту.

Обліпиха є невибагливою культурою, яка росте навіть у складних умовах. Вирощування цієї рослини має низький вплив на навколишнє середовище. Переробка плодів для сушіння дозволяє зменшити втрати під час врожаю.

Сучасні методи (наприклад, радіаційна та сублімаційна сушка) дозволяють максимально зберігати смак, колір і користь плодів. Це підвищує якість кінцевого продукту та збільшує конкурентоспроможність.

Сушіння обліпихи може стати додатковим джерелом доходу для фермерів і підприємств аграрного сектору, особливо в регіонах із високим потенціалом вирощування цієї культури.

В цілому, розвиток виробництва сушених плодів обліпихи є перспективним напрямком, який задовольняє запити сучасного споживача, сприяє розвитку органічного землеробства та відкриває можливості для внутрішнього ринку і експорту. На території України розташовані достатньо великі насадження культурної обліпихи, створені для переробки основної частини врожаю на олію обліпихи. Найменша частина використовується для виробництва консервованої продукції, а саме джемів, протертих мас, соків та напоїв.

Отже, метою роботи є удосконалення технологічного процесу виробництва сушених плодів обліпихи.

Основні завдання дослідження:

1. Обґрунтувати доцільність виробництва сушених плодів обліпихи;
2. Визначити раціональні параметри отримання сухих обліпихових плодів з максимально можливим вмістом вітамінів;
3. Розробка загальної технологічної схеми отримання сушених плодів обліпихи з можливістю практичної реалізації результатів досліджень;
4. Вивчити основні органолептичні та фізико-хімічні показники плодів обліпихи;
5. Провести розрахунок вартості проведених досліджень.

Об'єкт дослідження – процес отримання сухих плодів обліпихи.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників сухих плодів обліпихи від параметрів процесу радіаційного сушіння.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Коротка характеристика плодів обліпихи та її область застосування

Батьківщина обліпихи – Східна Азія, звідки вона мігрувала на захід, утворивши численні популяції та екотипи [5, 8].

Обліпиха є гіллястим дводомним чагарником. Залежно від місця зростання, висота рослини коливається від 15 – 20 см (карликові форми), до 6 – 12 м [25].

Плоди обліпихи – хибна кістянка, що входять до групи соковитих завдяки значному від 81 до 89 % вмісту в них води.

Плодоношення починається на 3 – 4 рік життя. У період дозрівання плоди різних форм дикоростучої обліпихи дуже різноманітні за кольором, від золотисто-жовтого до яскраво-жовтогарячого. Вони мають кислуватий смак і характерний приємний аромат, що нагадує ананас [25]. Плоди розташовані на коротких плодоніжках довжиною від 1 до 3 мм і як би обліплюють гілки рослини, звідси і походить назва – обліпиха [21].

Наприкінці XVIII початку XIX століть обліпиха використовувалася як харчовий продукт. З її плодів готували варення, кисілі, желе, пастилу, наливки. У народній медицині обліпиху застосовували під час лікування опіків, різних шкірних захворювань як і протиревматичний засіб. Відомо застосування обліпихи в медицині.

Дикорослі форми обліпихи, залежно від кліматичних умов, за даними ряду дослідників, накопичують у плодах від 2 до 8 % олії. Властивості олії обліпихи обумовлені її унікальним хімічним складом. Свіжі плоди обліпихи містять вуглеводи, органічні кислоти, білкові речовини, вітаміни, мікроелементи.

У клінічній практиці обліпиху та олію обліпихи стали застосовувати наприкінці 80 – 90 років. Лікувальній дії олії присвячені роботи багатьох авторів [9, 10, 18, 23]. Препарати з обліпихи широко застосовують у ветеринарії [5, 21].

Досить велика інформація представлена в літературі за складом та корисністю обліпихового соку. Запропоновано різні варіанти його використання:

разом з плодовою м'якоттю або освітленого; розведеного водою та підсолодженого; спиртованого, згущеного, висушеного [5].

У літературі описані і, так звані, комбіновані варіанти переробки плодів обліпихи з неповним виділенням олії, коли вона залишається у м'якоті, і одержувані продукти (пюре чи сухий порошок) використовуються як біологічно активні добавки [28].

Є ряд публікацій про спеціалізовані продукти з антиоксидантними, антиоксидантними, тонізуючими діями на основі поєднань соку обліпихи або його концентрату з плодовими та овочевими пюре, молочною сироваткою. Відзначено доцільність збагачення обліпиховим соком та пюре молочних продуктів [17]. Набуває тенденції виробництва сухих вітамінно-мінералізованих напоїв серії з концентратом соку обліпихи [8].

Плоди обліпихи, як відомо, використовуються не тільки для отримання олії і супутніх продуктів, але і виключно в харчових цілях. Цікавим є випуск заморожених і розфасованих відповідним чином плодів [17].

Олія, що міститься в насінні, відрізняється більш високим, ніж в олії м'якоті, вмістом ненасичених жирних кислот – лінолевої, ліноленової, що відносяться до сімейств омега-6 і омега-3 кислот і є незамінними, вони не виробляються в організмі і повинні надходити з їжею. За літературними даними, олія насіння є добрим джерелом цих кислот. Крім того, в олії насіння більш високий, ніж в олії м'якоті, вміст біологічно активної стерінової фракції та досить висока Е-вітамінність [8, 11].

Підвищений інтерес до олії насіння обліпихи виявляють китайські дослідники. Вони відзначають його репаративну активність на деяких моделях експериментальних виразок шлунку, захист печінки від ураження етанолом, парацетамолом, підвищення виживання тварин, підданих радіації [17].

Селекційна робота спрямована на створення великоплідних зимостійких сортів з компактною низькорослою кроною, позбавленою колючок, що дає врожай обліпихи плодів не нижче 100 центнерів з 1 га. Для забезпечення механізованого збирання врожаю створюються сорти, шкірка і м'якоть яких

відрізняється підвищеною щільністю, збільшеною від 5 до 10 мм довжиною плодоніжки і вагою плода не менше 0,6 г [25].

Хімічний склад плодів обліпихи та придатність їх для промислової переробки мають важливе значення при селекційному відборі та оцінці якості сорту. Відповідно до поставленого завдання, вміст олії в плодовій м'якоті обліпихи має бути не менше від 5 до 7 %, вітаміну С – 100 мг у 100 г плодів, β-каротину до 6 мг і вище. У сортів, призначених для використання в харчових цілях, крім того, бажані підвищений вміст у плодах вуглеводів, знижена кислотність, гарна форма та яскраве оранжево-червоне забарвлення плодів. Для великих промислових насаджень потрібні сорти з різними термінами дозрівання плодів, що дозволяє подовжити період збирання врожаю [22].

Донедавна основним напрямом у селекції обліпихи було створення високоврожайних сортів із підвищеним вмістом олії та каротиноїдів. Однак на даний момент, поряд з цим напрямком, є виробництво натуральних продуктів харчування, де вимоги до сировини істотно відрізняються від тих, що регламентуються при виробництві олії. Тому йде пошук солодкоплідних сортоутворювачів [34].

Виведення нових сортів обліпихи безсумнівно залишається актуальною та важливою проблемою. Подальші успіхи у селекції цієї культури вимагають детального дослідження її хімічного складу та технологічної оцінки, що дасть нові можливості селекціонерам цілеспрямовано виводити сорти з підвищеним вмістом та покращеними властивостями біологічно активних речовин.

Як було зазначено вище, найбільш цінним компонентом у плодах обліпихи є олія, яка містить відносно великі у кількостях важливі групи біологічно активних речовин: каротиноїди, токофероли, стерини, жирні кислоти [25, 30].

В даний час з плодів обліпихи згідно з переліком існуючої нормативної документації на плодово-ягідну продукцію виробляється: «Обліпиха, протерта з цукром» [20], «Сік натуральний обліпиховий» [19], сиропи натуральні і з додаванням меду [9].

Вченими в [16] запропоновано вводити шрот обліпихи в якості добавки в

хлібобулочні вироби. На жаль, автори не наводять даних про те, на якій стадії процесу переробки обліпихи отримано шрот, відсутні результати дослідження його хімічного складу.

Як біологічну добавку запропонували використовувати обліпиховий шрот – відхід виробництва обліпихової олії в хлібобулочні та макаронні вироби [28]. При введенні обліпихового шроту хлібобулочні вироби черствіють повільніше, тому немає необхідності застосування препаратів, таких як бромат калію, аскорбінова кислота та інше.

Вчені в [2] запропонували технологію отримання «Пасти обліпихової», що є продуктом біотехнологічної переробки нативного обліпихового соку і розробили технологію хлібобулочних виробів з використанням обліпихової пасти.

Жири і жировмісні продукти при контакті з киснем, що міститься в повітрі, і, особливо, під дією тепла піддаються окисному псуванню. Цим змінам схильні переважно жири, містять значні кількості ненасичених жирних кислот. Як природне джерело антиоксидантів інтерес представляє обліпихове борошно, яке містить до 20 мг% токоферолів. Вчені досліджували вплив компонентів борошна обліпихи на стабільність жиру при тепловій обробці [25].

Особливий інтерес представляє вміст у плодах обліпихи різноманітних речовин, що мають антиокислювальні властивості. Це токофероли, каротиноїди, аскорбінова кислота, філліхінон та ін. Всі вони мають біологічну активність і є сильними природними антиоксидантами [6, 12].

Каротиноїди, особливо β -каротин в організмі людини під дією ферменту каротинази відбувається окислювальне розщеплення вуглецевого ланцюга з утворенням вітаміну А, який відповідає за стан зору, а також забезпечує ріст, зміцнює імунітет. Каротиноїди застосовують як промислові харчові барвники. У [8] запропоновано використовувати плоди обліпихи, крім барвників ще й як біодобавки до різних харчових продуктів.

У [11] вивчали властивості продуктів переробки обліпихи та виявили їх високу ефективність як екзогенні антиоксиданти у вершковому маслі. Ними була обрана біодобавка, отримана спиртовою екстракцією плодів обліпихи з

подальшим видаленням екстрагенту.

Біодобавку з обліпихи, отриману спиртовою екстракцією, вносили у вершкове масло і досліджували збереження здатності. Контроль якості здійснювали визначенням органолептичних та мікробіологічних показників, перекисних чисел, кислотного числа [14].

Сучасна екологічна ситуація потребує підвищеного споживання вітамінів для підтримки імунітету на належному рівні. Однак, споживання вітамінів знизилося. Тому давно стоїть питання про збагачення продуктів харчування вітамінізованими добавками. Авторами досліджено вершкове масло «Селянське» з різними рослинними біодобавками (обліпиха, калина, горобина). Науковий та практичний інтерес представляє вивчення впливу різних біологічних добавок на структурно-механічні характеристики вершкового масла [16].

Розроблена нова технологія комплексної переробки обліпихи з отриманням соку обліпихи, масляно-вітамінного продукту антиоксидантного призначення, біодобавки з м'якоті обліпихи, харчової добавки з макухи [2].

Отримані природні премікси [28] можуть бути використані як самостійні продукти, так і застосовуватися як есенційні біологічно активні добавки при виробництві комбінованих молочних продуктів, у тому числі спеціального та лікувально-профілактичного призначення [3].

З біологічно активною добавкою [9], отриманої з м'якоті обліпихи при подрібненні та сушінні до вмісту вологи 14,0 %, розроблено кілька видів молочних продуктів: молочні соуси; морозиво; вершкова паста.

З відходів сокового виробництва [27] пропонують готувати обліпихове борошно для подальшого використання в деяких областях харчової промисловості.

Проаналізувавши викладене у цьому розділі, можна підкреслити, що промислова переробка плодів обліпихи налагоджена: для отримання олії обліпихи та вітамінних продуктів з її додаванням; для виробництва консервованої продукції; як добавка в хлібопеченні. Пропонується використовувати плоди обліпихи як барвники та як біодобавок до різних харчових продуктів. Описано

способи одержання добавки з м'якоті обліпихи при подрібненні та сушіння до вмісту вологи 14,0 % та розроблено кілька видів молочних продуктів. Даний спосіб отримання добавки є досить дорогим, оскільки потребує значних витрат та часу на проведення процесу. Також аналіз літератури виявив, що мало описано використання плодів обліпихи в сухому вигляді. При отриманні жому для виробництва олії допускається зберігання обліпихи перед сушінням більш тривалий час і підброджування негативно впливає на якість подальшого продукту, що не допустимо в продуктах харчування. Отже, для отримання сухих плодів обліпихи, що застосовуються як добавка, необхідне вдосконалення технології.

1.2 Хімічний склад плодів обліпихи

Дослідженню хімічного складу плодів обліпихи присвячена досить велика кількість літератури [2, 11, 22, 32].

Одним із перших були виконані аналізи щодо визначення хімічного складу плодів дикорослої обліпихи. Автор виявив у обліписі 16,2 % сухих речовин, у тому числі, сухі речовини насіння склали 9,7 % м'якоті 6,5 %.

Найбільш повно досліджено хімічний склад обліпихи в [6] представлений у таблиці 1.1. Плоди містили 3,4 % цукрів, 2,83 % органічних кислот, 90 % яких припадає на яблочну кислоту [36].

У ряді робіт авторами поряд із вивченням плодів [15, 38] досліджували хімічний склад обліпихового соку наведено в таблиці 1.2.

Вченим вдалося, використовуючи метод паперової хроматографії, визначити склад сумарних та вільних амінокислот білка соку обліпихи [39]. Автор виділив у складі соку білка обліпихи 18 амінокислот. Найбільш високим виявився вміст мг у 100 мл соку: триптофану – від 22,9 до 39,7; метіоніну – від 20,9 до 23,6; сума валіну та фенілаланіну - від 38,2 до 39,2; гістидину – від 16,1 до 20,5; аспаргінової кислоти – від 15,8 до 18,1; вміст вільних амінокислот близько 2000 мг.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад плодів обліпихи

Найменування показника	Вміст, г у 100 г плодів
Вода	83
Білок	1,0
Вуглеводи, у тому числі:	
- глюкоза	4,385
- фруктоза	1,960
- цукроза	0,059
- ксилоза	0,019
- арабінозу	0,0095
- маніт	0,0243
- інозит	0,020
- гліцерин	0,273
- сума неідентифікованих вуглеводів	2,550
- органічні кислоти	1,8
Жир, у тому числі:	
- ума ліпідів	3,85
- тригліцериди	3,14
- фосфоліпиди	0,71
Жирні кислоти, у тому числі:	
- насичені	1,24
- мононенасичені	1,45
- поліненасичені	0,45

Таблиця 1.2 – Хімічний склад соку обліпихи

Найменування показника	Склад, % [23]
Вода	95,1
Сухі речовини	8,7
Вуглеводи	3,4
Глюкоза	1,9
Фруктоза	0,6
Сахароза	0,1 – 0,7
Кислотність	2,6 – 4,0
Дубильні речовини	0,054
Азотисті речовини	0,98
Мінеральні речовини	0,65
Пектин	-
С	44,0
В ₁	0,09
В ₂	0,04
РР	-
Р	-
Бетаїн	-

Значну увагу дослідниками приділено вивченню хімічного складу ліпідного комплексу, що відіграє важливу роль у лікувальній характеристиці олії [15].

Вченими [15] був досліджений якісний склад каротиноїдів плодів та олії обліпихи. Використовуючи метод колонкової хроматографії, їм вдалося виявити α і β -каротин, лікопін, зеаксантин.

Про вміст токоферолів у олії плодової м'якоті обліпихи вперше повідомлено в [9]. За її дослідженнями сумарна кількість вітаміну Е в 100 г олії становить від 100 до 140 мг. В [14] визначено вміст цієї групи речовин у 100 г масла до 200 мг, виділивши при цьому α і β -токофероли.

В [17] проведено виділення стеринів з олії обліпихи та ідентифікацію за допомогою хроматографії на скляних пластинках із нанесеним шаром силікагелю. Визначивши температуру плавлення виділеної речовини та максимум поглинання зразка в УФ-світлі, вони ідентифікували β -ситостерин.

Як зазначалося вище, плоди обліпихи залежно від кліматичних умов зростання відмінні за хімічним складом.

За даними [26] плоди різних форм обліпихи містять олії від 2,7 до 7,8 % 100 г плодів накопичують вітамінів: аскорбінової кислоти від 16,9 до 272,0 мг, тіаміну від 0,016 до 0,035 мг, рибофлавіну від 0,037 до 0,056 мг, фолієвої кислоти 0,79 мг від 8, токоферолів 10,9 мг. Виявлено, що олія плодової м'якоті містить від 24 до 26 % стеринів.

Використовуючи метод газорідинної хроматографії було значно розширено відомості про склад жирних кислот олії обліпихи. Нею були виявлені такі жирні кислоти: міристинова, пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева і вперше пальмітолеїнова та ліноленова кислоти. Доведено, що біологічна активність олії обумовлена речовинами некаротиноїдної природи [14]. Так екстракти олії з плодів обліпихи, що росте на півдні, незважаючи на низький вміст каротиноїдів у порівнянні з олією центральних та західних регіонів, виявляє високу біологічну активність [8].

Плоди обліпихи є добрим джерелом бетаїну, що позитивно впливає на лікування виразкової хвороби [3].

Вченими в [3] встановлена здатність обліпихи продукувати в атмосферу леткі сполуки кумаринового ряду, що володіють антимуtagenними, антимікробними, антикоагулюючими властивостями. Авторами вперше виявлено бактеріостатичну (у липні) та бактерицидну (серпень-вересень) дію цих речовин обліпихи на стафілококи.

У літературі є достатня кількість відомостей про застосування обліпихи як сировини для олії, консервів, наповнювачів і добавок у галузях переробної промисловості. Відомо про використання відходів після отримання олії в хлібопекарській, кондитерській та макаронній промисловості; пюре і порошок – як барвник і антиоксидант у продуктах переробки молока (вершкове масло). У всіх вищезгаданих продуктах використані відходи будь-якого виробництва або напівфабрикати. Нами запропоновано технологію отримання сухих плодів обліпихи, призначених для харчових цілей з урахуванням збереження основних біологічно активних сполук.

1.3 Методи та особливості сушіння плодів та ягід

Сушка – один з найпростіших і найдавніших методів консервування. Відомо, що для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів необхідна вода (для життєдіяльності бактерій потрібно щонайменше 30 % вологи, плісняв – 15 %, а проростання спор плісняв потрібна вища вологість) [30].

За умови, що вміст вологи не підвищуватиметься в процесі зберігання, такий рівень вологості становить в овочах від 12 до 14 %, у плодах та ягодах від 18 до 25 % [9].

Існує два види сушіння – природне і штучне [8].

Сушіння плодів не можна зводити лише до фізичного процесу випаровування вологи. При сушінні відбуваються складні фізико-хімічні зміни, від яких залежить якість готового продукту.

Плоди та ягоди сушать кількома способами з використанням теплової енергії. Найбільш поширений спосіб безпосереднього зіткнення сировини з

нагрітим повітрям, так званий конвективний метод [16].

Останнім часом найперспективнішим, але менш дослідженим способом є сушіння рослинної сировини радіаційним способом. При цьому способі на продукт, що висушується, впливають інфрачервоними (ІЧ) променями за допомогою спеціальних ламп [30]. Обмежено використовується сушіння струмами високої та надвисокої частоти та перегрітою парою [13].

У літературі описано, що при отриманні сушеної плодоовочевої сировини використовується конвективний спосіб та сушіння термовипромінюванням.

Сушіння термовипромінюванням – інфрачервоними променями (ІЧП). ІЧП – не видимі теплові промені, що відрізняються від видимих лише довжиною хвилі. З підвищенням температури, максимум випромінювання зміщується у бік коротших хвиль [17].

Для сушіння рослинних харчових матеріалів практичне застосування отримали короткохвильові ІКЛ із довжиною хвилі близько 1,6 – 2,2 мкм. При сушінні ІКЛ до матеріалу підводиться тепловий потік у кілька десятків (від 30 до 70) разів потужніший, ніж при конвективній [14].

Узагальнюючи відомості, викладені у цьому розділі можна дійти висновку, що швидкість сушіння залежить: від способу сушіння; від температури та швидкості сушильного агенту; від будови та розміру сировини; від характеру зв'язку вологи із матеріалом. Всім цим вимогам найбільше задовольняє сушіння ІЧ променями, а в якості порівняння і контролю прийнятий конвективний спосіб найбільш широко застосовується для сушіння плодоовочевої сировини.

1.4 Попередня підготовка сировини до сушіння

Попередня обробка сировини перед будь-яким способом консервування є однією з важливих операцій, а перед сушінням вона сприяє виділенню частини вільного соку, що згодом позначається на тривалості сушіння.

Сік, що вільно виділився – сік, який вільно витікає, при зборі і транспортуванні. Зневоднення застосовують для матеріалів, що містять багато

води. Волога видаляється механічним та тепловим способом. Механічний вплив – центрифугування та пресування, а тепловий – бланшування та заморожування.

Центрифугування. Для створення поля відцентрових сил використовується два технологічні прийоми: потік рідини або газу обертається в нерухомому апараті, потік надходить в апарат, що обертається і обертається разом з ним [21].

Пресування. Для зневоднення, брикетування твердих матеріалів, гранулювання та формування пластичних матеріалів у харчовій промисловості застосовується пресування. Пресування полягає в тому, що матеріал, що обробляється, піддається зовнішньому тиску в спеціальних пресах [10].

Бланшування має велике значення при сушінні. В більшості випадків бланшування застосовують для руйнування ферментів, що є у всіх плодах і здатних викликати небажані процеси при зберіганні та у процесі переробки. При нагріванні до температури 70 °C і вище ферменти руйнуються досить швидко. Тому для попередження потемніння плодів при переробці достатньо короткочасна (протягом декількох хвилин) обробка в киплячій воді або гострою парою. Крім того, бланшування проводять, якщо необхідно: змінити консистенцію плодів, в результаті хімічних та фізико-хімічних перетворень при бланшуванні [11].

Заморожування – це обробка продукту холодом, коли спостерігається часткова чи повна кристалізація рідкої фази рослинної тканини. Значення криоскопічної температури клітинного соку від 0,5 до мінус 5 °C [12]. Клітковий сік замерзає за нижчої температури, ніж 0 °C. Зі зниженням температури плодів нижче 0 °C спостерігається переохолодження води, що міститься в них, а при подальшому впливі холодом утворюються кристали льоду та концентрація клітинного соку підвищується. Утворення кристалів льоду викликає зміну структури тканин продукту, об'єм його збільшується в результаті розширення води при перетворенні її на лід.

Висновки за розділом

В даний час розроблено та широко застосовується безліч харчових добавок, отриманих синтетичним шляхом. Однак наукове обґрунтування та докази ефективності та безпеки їх застосування у більшості випадків явно недостатні.

Таким чином, в основі сучасних уявлень про здорове харчування повинна лежати концепція оптимального харчування, яка передбачає необхідність і обов'язковість повного забезпечення організму не тільки в енергії, а й у ряді харчових компонентів. Найбільш цінними та безпечними у цьому відношенні є речовини, що містяться у натуральних харчових добавках.

Обліпіха є цінним джерелом низки найважливіших біологічно активних сполук. У її плодах міститься водо- та жиророзчинні вітаміни, ліпіди, вуглеводи, білкові речовини, мікроелементи.

Враховуючи цінність обліпіхи, можна запропонувати розширення її застосування.

Отже, метою роботи є удосконалення технологічного процесу виробництва сушених плодів обліпіхи.

Основні завдання дослідження:

1. Обґрунтувати доцільність виробництва сушених плодів обліпіхи;
2. Визначити раціональні параметри отримання сухих обліпіхових плодів з максимально можливим вмістом вітамінів;
3. Розробка загальної технологічної схеми отримання сушених плодів обліпіхи з можливістю практичної реалізації результатів досліджень;
4. Вивчити основні органолептичні та фізико-хімічні показники плодів обліпіхи;
5. Провести розрахунок вартості проведених досліджень.

Об'єкт дослідження – процес отримання сухих плодів обліпіхи.

Предмет дослідження – закономірності зміни основних органолептичних, фізико-хімічних показників сухих плодів обліпіхи від параметрів процесу радіаційного сушіння.

2 МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація експериментальних робіт

Роботу проводили відповідно до поставлених завдань на кафедрі харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Загальна схема проведення досліджень наведена на рисунку 2.1.

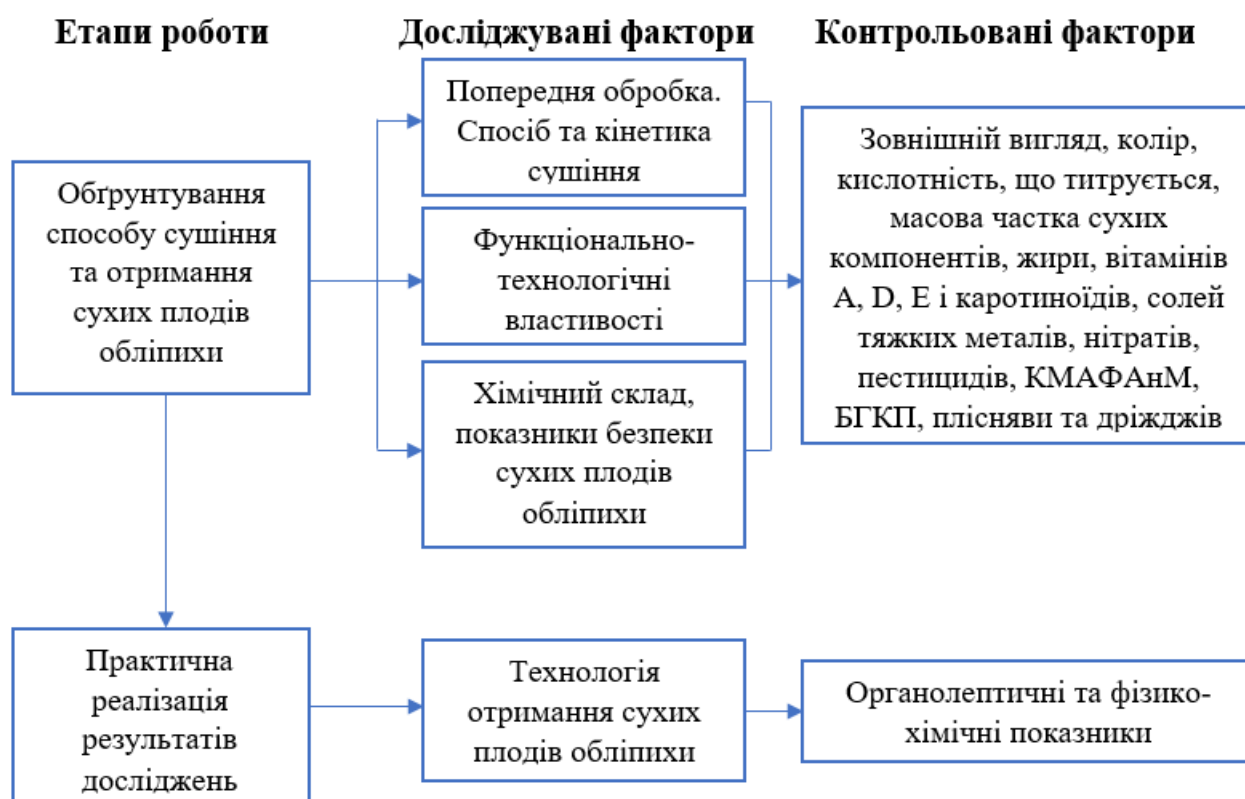


Рисунок 2.1 – Загальна схема проведення досліджень

На першому етапі підбиралися параметри при отриманні сухих обліпихових плодів: спосіб попередньої обробки, температури і вид сушіння, ґрунтуючись на органолептичних показниках. Вивчався вплив режимів та способів сушіння на фізико-хімічні, мікробіологічні показники сухих плодів обліпихи.

Другий і заключний етап досліджень передбачав визначення можливості практичної реалізації результатів досліджень, а саме розробку технологічної

схеми виробництва сухих плодів обліпихи.

2.2 Методи визначення якості плодів обліпихи

При виконанні роботи використано стандартні органолептичні, фізико-хімічні та інші методи досліджень. Фізико-хімічні показники обліпихи визначені відповідно до чинних стандартів, наведених у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні методи досліджень плодів обліпихи

Фізико-хімічні показники	Нормативний документ
Органолептичні показники	РСТ УРСР 1984-88
Вміст жиру	ДСТУ 4941:2008
Титрована кислотність	ДСТУ ISO 750:2019
Сухі розчинні речовини	ДСТУ ISO 2173:2007
Вітаміни А, В, Е	ДСТУ 4940:2008

2.3 Методика проведення експериментальних робіт

Експерименти проведені на лабораторних сушильних установках інфрачервоного (ІЧ) та конвективного типів, що дозволяють з максимальною точністю відтворити процес, що протікає у промислових апаратах.

У процесі сушіння визначали масу наважки обліпихи, зважуючи кожні 30 хв. Процес проводили до вологості трохи більше 20 %.

Графічно зображували зміну вмісту вологи в часі. Вологовміст визначали за формулою:

$$W_i^c = \frac{100 \cdot W_i}{100 - W_i}; W_i^c = 100 - \frac{M_{i-1}}{M_i} \cdot (100 - W_{i-1}), \quad (2.1)$$

де W^c – вміст вологи, %;

W – вологість, %;

M – маса, г.

Для проведення експериментів використовували короткохвильові інфрачервоні випромінювачі (ІЧП). Підведення теплоти в лабораторній сушильній установці (рис. 2.2) здійснювалося лампами інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі 1,6 – 2,2 мкм, які працюють за певною програмою в автоматичному режимі. Перші 2 – 3 хв випромінювачі світяться безперервно, потім у миготливому режимі.

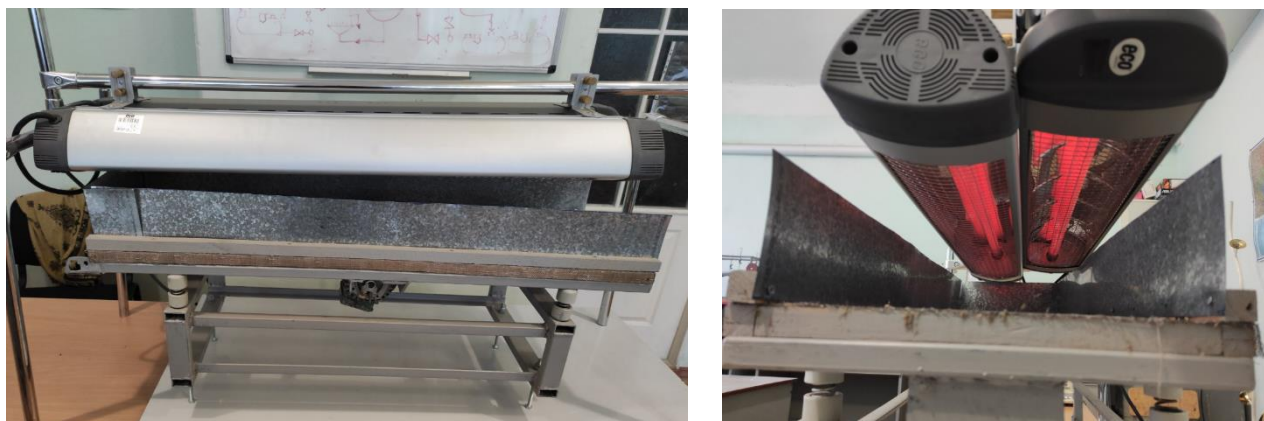


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд дослідного устаткування для ІЧ обробки плодів обліпихи

При конвективному способі сушіння як сушильний агент у лабораторних сушильних установках застосовувалося повітря, яке нагрівалося від електричних тенів. Рух повітря створювався вентилятором. Загальний вигляд дослідної установки для забезпечення процесу конвективного сушіння представлено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд дослідної установки для забезпечення процесу конвективного сушіння плодів обліпихи

Свіжі плоди обліпихи піддавалися тепловому впливу: бланшування гострою парою протягом 2 хв або у воді протягом 1 хв і заморожування при температурі від мінус 5 до мінус 8 °С з подальшим розморожуванням і відділенням соку, що вільно виділився.

У свіжих та сухих плодах обліпихи було досліджено склад водо- та жиророзчинних речовин.

Висновки за розділом

Розроблено план організації проведення експериментальних досліджень, запропоновано схему виконання дослідних робіт, приведено методи визначення показників якості сухих плодів обліпихи, а також представлено дослідне устаткування яке було використано у ході проведення експериментальних досліджень.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1 Дослідження впливу температури та способу сушіння при отриманні сухих плодів обліпихи

Сушіння плодів обліпихи проводилася в лабораторних сушильних установках. Підведення теплоти здійснювалося електричними тенами в конвективному способі та лампами інфрачервоного випромінювання в радіаційному.

У конвективній сушарці температура сушильного агенту – 60, 70, 80, 90 °С. В ІЧ сушарці температура сушильного агенту – 60, 70, 80 °С. В обох сушарках при температурі сушильного агенту 60, 70, 80 °С досушування проводилося температурою 60 °С. Результати проведених експериментів наведено на рисунках 3.1, 3.2.

З графіків видно, що при температурі сушильного агенту 60 °С часу для отримання сухих плодів обліпихи вологістю не більше 20 % потрібно: конвективним способом 420 хв; ІЧ способом 540 хв.

При сушінні ІЧ променями у матеріалі виникають перепади температур, в результаті чого відбувається зростання градієнта вмісту вологи, величина якого стає більше градієнта температури і волога починає переміщатися до зовнішньої поверхні. Таким чином, градієнт температури має гальмуючу дію на переміщення вологи. Тому для матеріалів, у яких розмір часток більший за глибину проникнення ІЧ променів рекомендується переривчасте опромінення [16].

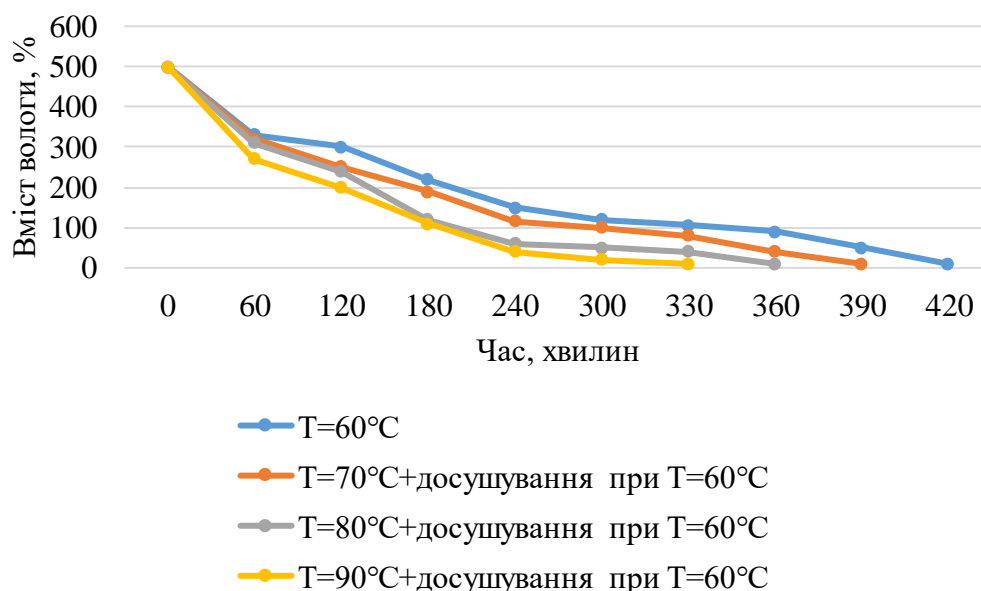


Рисунок 3.1 – Криві сушіння свіжих плодів обліпихи при конвективному способі

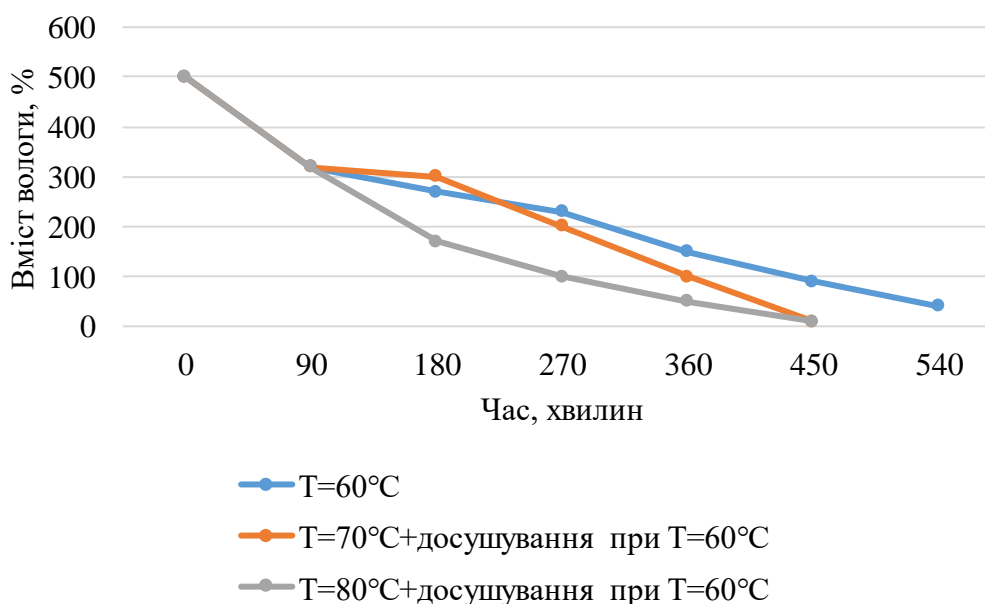


Рисунок 3.2 – Криві сушіння свіжих плодів обліпихи ІЧ способом

При аналізі отриманих результатів, видно, що спосіб сушіння впливає на тривалість і якість висушених плодів. Так при ІЧ способі у плодів порушилася цілісність у вигляді відділення шкірки та м'якоті від насіння. Це пояснюється тим, що при ІЧ способі з переривчастим опроміненням продукт прогрівається зсередини, і градієнти температури і вмісту води збігаються, на поверхні продукту не утворюється скоринки. Плоди обліпихи мають неоднорідну

структуру, тобто складаються зі шкірки, м'якоті та кісточки, що містять різну кількість вологи, що і призводить до такого результату. При конвективному способі ці градієнти спрямовані в протилежні сторони, це уможлиблює появу підсушеного верхнього шару, що частково перешкоджає поділу плодів на шкірку з м'якоттю і насіння. Різниця між тривалістю при конвективному та ІЧ способі склала 120 хв.

З графіка на рисунках 3.1, 3.2 видно, що зі збільшенням температури сушильного агенту відмінності у підведенні теплоти не мають значного впливу на тривалість сушіння.

Вибраний раціональний температурний режим сушіння плодів обліпихи, решта експериментів проводилися при підведенні теплоти конвективним і ІЧ способом з температурою сушильного агенту 80 °С і досушуванням при температурі 60 °С.

3.2 Дослідження впливу попередньої обробки на тривалість сушіння та якість сухих плодів обліпихи

Свіжі плоди обліпихи піддавалися тепловому впливу: бланшуванню гострою парою протягом 2 хв або у воді протягом 1 хв і заморожування при температурі від мінус 5 до мінус 8 °С з подальшим розморожуванням і відділенням соку, що вільно виділився. Отримані результати наведено на діаграмах рисунків 3.3, 3.4.

При бланшуванні виділилося 3 % соку, при цьому плоди порушили свою цілісність у вигляді сповзання шкірки з плода. Шкірка з м'якоттю, відокремлена від кісточки, є новим продуктом, який можна використовувати як добавку не подрібнюючи його для отримання однорідної маси.



Рисунок 3.3 – Зміна вологості свіжих плодів обліпихи після бланшування



Рисунок 3.4 – Зміна вологості свіжих плодів обліпихи після розморожування

Плоди ж піддані заморожуванню з наступним розморожуванням і відділенням соку, що вільно виділився, залишилися цілі, але при цьому шкірка придбала еластичність, що згодом позитивно позначилося на тривалості сушіння і зовнішньому вигляді готового продукту. Соку при цьому виділилося близько 6 %.

Свіжі плоди обліпихи висушували в лабораторних сушильних установках з підведенням конвективного тепла та ІЧ способом при температурі 80 °С протягом

від 90 до 120 хв з досушуванням при 60 °С. Результати представлені на рисунках 3.5, 3.6.

При конвективному способі після бланшування часу висушування потрібно 300 хв. Після розморожування – 270 хв. ІЧ способом після бланшування – 270 хв. Після розморожування – 270 хв.

Можна дійти висновку, що теплова обробка значно скоротила тривалість сушіння, але бланшовані плоди переважно не зберегли цілісність, а заморожені з наступним розморожуванням залишилися цілими. Ґрунтуючись на отриманих результатах, можна припустити, що найбільш раціонально свіжі плоди обліпихи заморожувати при температурі від мінус 8 до мінус 5 °С, потім розморожувати при температурі від 25 до 35 °С і відокремлювати сік, що виділився – це значно скорочує вологість в плодах обліпихи рисунок і 3.5, 3.6.

Висушені плоди піддалися сенсорному аналізу, яким охарактеризувався продукт за зовнішнім виглядом, кольором, запахом і смаком.

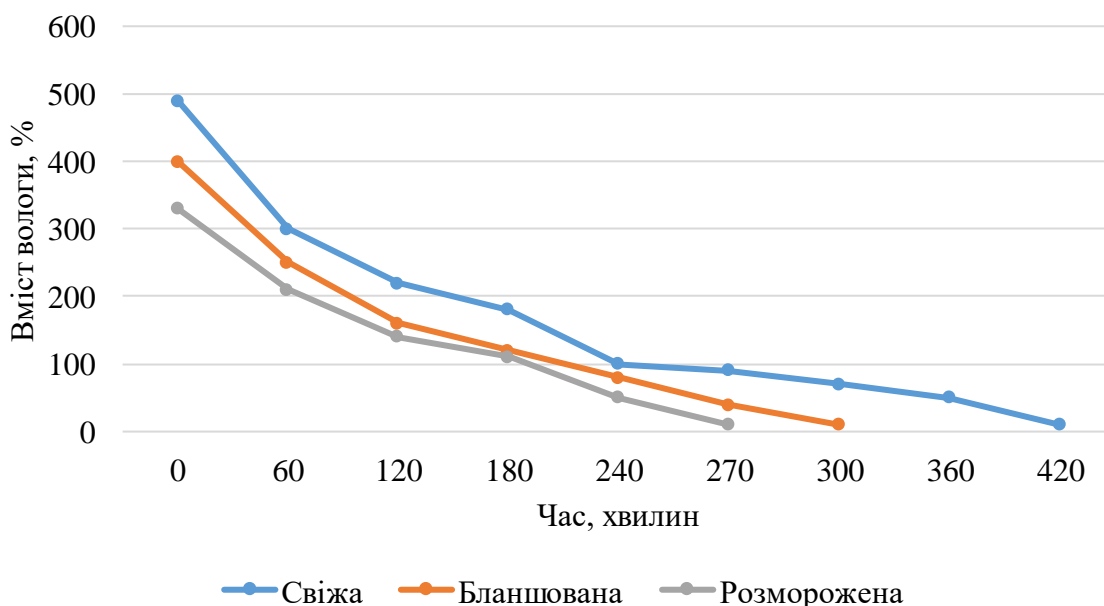


Рисунок 3.5 – Криві сушки плодів обліпихи конвективним способом при температурі 80 °С з досушуванням при 60 °С

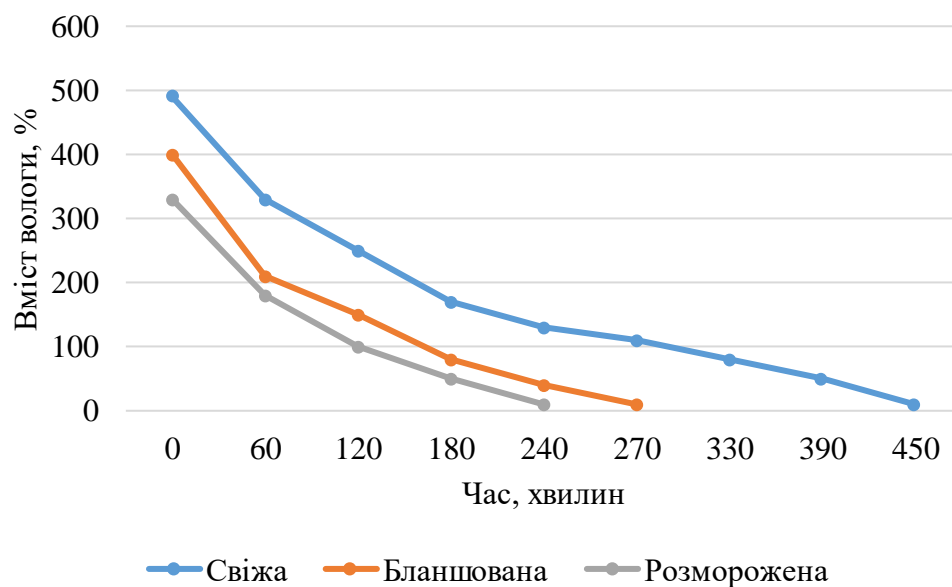


Рисунок 3.6 – Криві сушки плодів обліпихи ІЧ способом при температурі 80 °С з досушуванням при 60 °С

Результати органолептичної оцінки сухих плодів обліпихи висушених конвективним та радіаційним способами наведено у таблиці 3.1. Як вплинула попередня обробка свіжих обліпихових плодів на споживчі якості сухих плодів представлено в таблиці 3.2

Таблиця 3.1 – Органолептична оцінка сухих плодів обліпихи, отриманих із свіжих плодів

Показник	Показник						
	Конвективний спосіб				Сушка ІЧ променями		
	при t=60 °С	при t=70 °С з досушуванням при t =60 °С	при t=80 °С з досушуванням при t =60 °С	при t=90 °С з досушуванням при t =60 °С	при t=60 °С	при t=70 °С з досушуванням при t =60 °С	при t=80 °С з досушуванням при t =60 °С
Зовнішній вигляд	Плоди зморшкуваті, в основній масі не зберегли цілісність, а розділились на шкірку з м'якоттю і насіння	Плоди зморшкуваті, близько половини не зберегли цілісність, а розділились на шкірку з м'якоттю і насіння	Плоди зморшкуваті, в основній масі не зберегли цілісність плода	Плоди зморшкуваті майже повністю зберегли цілісність плода	Плоди майже повністю розділені на шкірку з м'якоттю та кісточку	Плоди зморшкуваті, біля плодів не зберегли цілісність, а розділились на шкірку з м'якоттю і насінням	Плоди зморшкуваті, в основній масі зберегли цілісність плода
Смак, запах, колір	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого	Смак кислий, специфічний запах, ароматний. Колір плодів від темно-помаранчевого до світло-коричневого

Таблиця 3.2 – Органолептична оцінка сухих плодів обліпихи, отриманих зі свіжої після теплової обробки

Найменування показника	Теплова дія	
	бланшуванням	заморожуванням
Зовнішній вигляд	Плоди зморшкуваті, в основному не зберегли цілісність, а розділилися на шкірку з м'якоттю і насіння.	Плоди зморшкуваті майже повністю зберегли цілісність плода
Смак, запах, колір	Смак кислий. Специфічний ароматний аромат. На дотик маслянисті на папері залишають жирні плями. Колір плодів від темно-помаранчевого до темно-коричневого залежно від способу і температури сушіння, насіння від темно-коричневого до чорного	Смак кислий. Специфічний ароматний аромат. На дотик маслянисті на папері залишають жирні плями. Колір плодів від темно-помаранчевого до темно-коричневого залежно від способу і температури сушіння, насіння від темно-коричневого до чорного

Таким чином, з вище наведеного можна зробити висновок, що в залежності від призначення можна отримати сухі плоди з кісточкою і без кісточки. Сухі плоди обліпихи з кісточкою отримані висушуванням свіжих плодів, заздалегідь заморожених при температурі від мінус 5 до мінус 8 °С. Шкірка розморожених плодів набула еластичності, що згодом позначилося на якості сухих плодів. Вони зберегли цілісність. Висушування проводилося при температурі 80 °С у перший період сушіння з подальшим досушуванням при температурі 60 °С. Свіжі плоди обліпихи з поділом м'якоті від кісточки перед сушінням піддавалися попередньому обробленню бланшуванням гострою парою для того, щоб порушити цілісність шкірки. У процесі висушування ІЧ методом при температурі 60 °С відбувалося також відділення шкірки з м'якоттю від кісточки, що полегшувало подальший поділ.

Для отримання плодів без кісточки доцільніше використовувати

бланшування у воді або гострою парою. Потім висувати плоди при температурі сушильного агенту на початку сушіння 80 °С протягом від 120 до 150 хв доки температура плодів не досягне температури сушильного агенту з досушуванням при температурі 60 °С.

Тривалість сушіння – один із основних економічних показників, які впливають як ціну, а й якість продукту. Тривалість сушіння може бути об'єктивним показником якості сухих плодів обліпихи при отриманні даного продукту.

На рисунках 3.7 та 3.8 представлені графіки впливу попередньої обробки та температури при різних підведеннях тепла на тривалість сушіння.

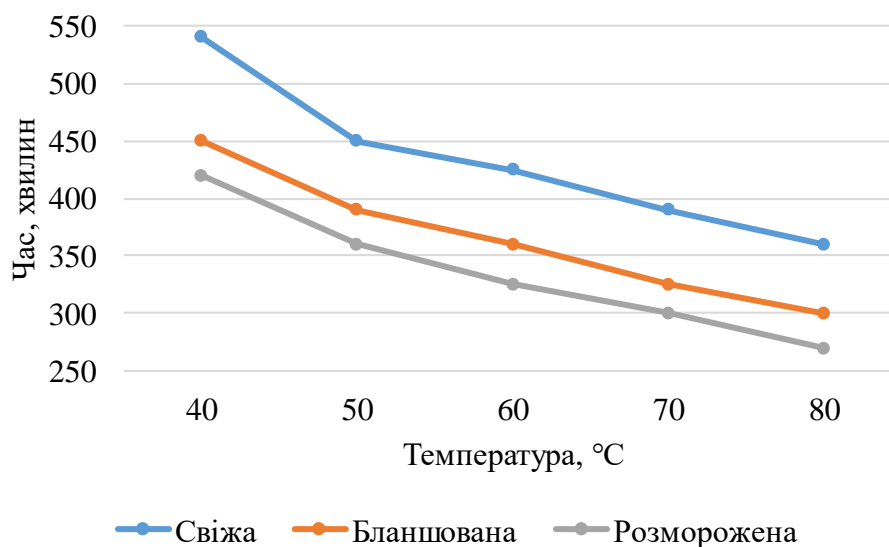


Рисунок 3.7 – Вплив попередньої обробки і температури при конвективному способі на тривалість сушки плодів обліпихи

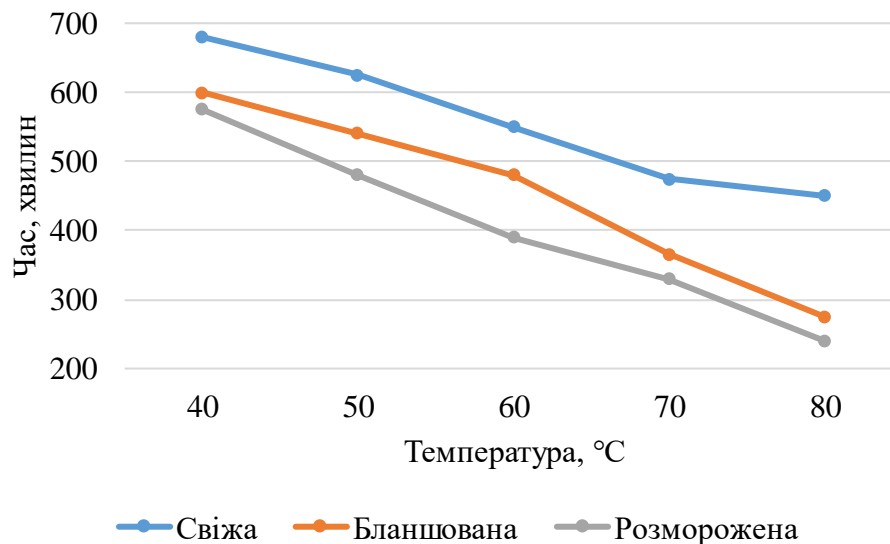


Рисунок 3.8 – Вплив попередньої обробки і температури при ІЧ способі на тривалість сушки плодів обліпихи

Характер залежності для всіх зразків однаковий, тобто із застосуванням попередньої обробки та збільшенням температури порівняно зі свіжими плодами час сушіння скорочується.

Попередніми експериментами встановлено, що область варіювання температури сушки може бути прийнята від 60 до 80 °C. При температурі нижче 60 °C значно збільшується тривалість сушіння.

У разі збільшення вище 80 °C відбувається погіршення органолептичних показників.

3.3 Дослідження жиророзчинних вітамінів свіжих та сухих плодів обліпихи

Результати дослідження вмісту жиророзчинних вітамінів обліпихових плодів, зведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вміст жиророзчинних вітамінів у плодах обліпихи

Вітаміни	При вологості 83 %	У перерахунку на суху речовину
Вітамін А, МЕ/кг	<10	<10
Каротиноїди, мг%	8,84	0,52
Вітамін В ₃ , МЕ/кг	<40	<40
Вітамін Е, мг%	3,17	0,193

З таблиці видно, що найбільший інтерес становлять вітамін Е та каротиноїди. Вітаміни А та В₃ містяться у незначних кількостях. Тому плоди обліпихи не можуть бути джерелом цих речовин і подальше їх вивчення недоцільно.

Каротиноїди входять до складу неомілюваної фракції олії обліпихи, і в даний час показником якості олії обліпихи служить саме їх кількість. Однак не менш корисний і більш стійкий у процесі переробки плодів – вітамін Е.

Вивчалися бланшовані або розморожені плоди обліпихи, висушені конвективним і радіаційним способом при температурі сушильного агенту 60 °С і 70 °С, 80 °С з подальшим досушуванням при 60 °С.

У сухих плодах обліпихи визначалася: вологість, сухі розчинні речовини, кислотність, вміст масової частки жиру, жиророзчинні вітаміни А, В₃, Е та каротиноїдів.

Фізико-хімічні показники сухих плодів обліпихи у перерахунку на суху речовину наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічні показники сухих плодів обліпихи у перерахунку на суху речовину

Показники	Конвективний спосіб			Радіаційний спосіб		
	60 °С	70 °С	80 °С	60 °С	70 °С	80 °С
Кислотність, %	0,095	0,097	0,100	0,094	0,095	0,098
Олія, %	0,225	0,226	0,225	0,226	0,225	0,224
Водорозчинні речовини, %	0,400	0,410	0,390	0,400	0,380	0,390

Експериментами встановлено, що спосіб сушіння не істотно впливає на хімічний склад сухих плодів обліпихи це видно з таблиці 3.4. Вміст масової частки жиру, сухих розчинних речовин та кислотність змінюються у незначних межах. Розбіжності у результатах становлять трохи більше 5 %.

У висушених плодах обліпихи досліджувався склад жиророзчинних вітамінів А, В₃, каротиноїдів та вітаміну Е. Результати випробувань наведено у таблиці 3.5. Виявлено, що вітамін Е міститься в незначній кількості <40МЕ/кг.

Таблиця 3.5 – Вміст жиророзчинних вітамінів у сухих плодах обліпихи

Вітаміни	Конвективний спосіб			Радіаційний спосіб		
	60 °С	70 °С	80 °С	60 °С	70 °С	80 °С
А, МЕ/кг	<10	<10	<10	<10	<10	<10
В ₃ , МЕ/кг	<40	<40	<40	<40	<40	<40
Каротин, мг%	0,090	0,074	0,067	0,130	0,120	0,110
Е, мг%	0,107	0,084	0,086	0,150	0,152	0,157

Для проведення експериментів взяті плоди обліпихи однієї партії, тому початковий вміст вітаміну Е та каротиноїдів у процесі попередньої обробки однакові. Під час висушування при підведенні теплоти різними способами, кількість жиророзчинних вітамінів стала різною. Це можна пояснити тим, що спосіб сушіння впливає на стабільність вмісту речовин цієї групи.

Вміст каротиноїдів у сухих плодах обліпихи в перерахунку на суху речовину знизився, порівняно зі свіжими, у кілька разів (таблиці 3.5, 3.3). Цей спосіб консервування впливає на кількість каротиноїдів. У всіх зразках незалежно від способу та температури сушильного агенту вміст каротиноїдів у перерахунку на суху речовину знизився в 4,5 разів у сухих плодах, отриманих термовипромінюванням, і в 7 і більше разів при конвективному способі. Це видно з графіка рисунку 3.9. Спосіб сушіння, температура, а отже і тривалість впливу температур у присутності кисню, позначилося на кількості вітаміну Е, що зберігся.

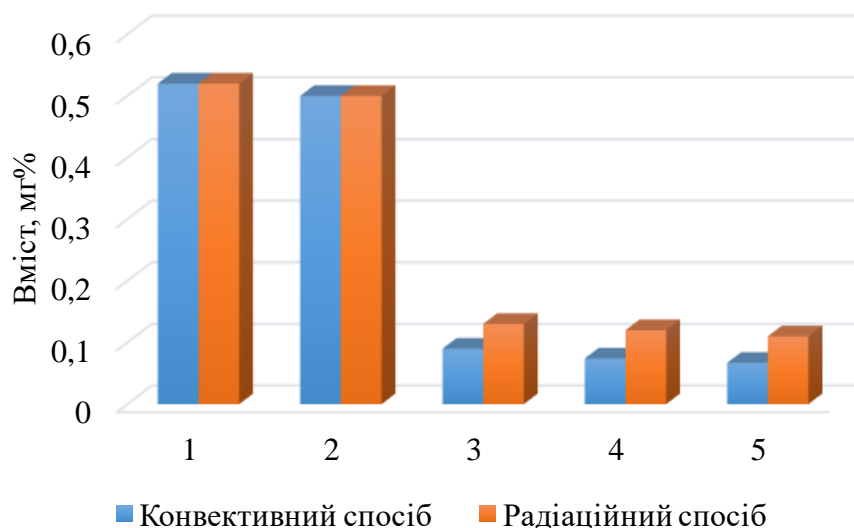


Рисунок 3.9 – Зміна вмісту каротиноїдів у процесі виробництва

1 – свіжа; 2 – розморожена; 3 – висушена при $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – висушена при $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 – висушена при $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рисунку 3.10 показано зміну вмісту токоферолу у процесі переробки. З графіка видно, що спосіб сушіння значно впливає на кінцевий вміст вітаміну Е в сухих плодах. При конвективному способі втрати вітаміну Е у процесі сушіння склали від 45 до 55 %, тобто вміст знизився вдвічі.

При впливі ІЧ променів втрати токоферолу зменшувалися від 19 до 22 % залежно від температури сушильного агента та тривалості сушіння. Вміст вітаміну Е в сухих плодах у перерахунку на суху речовину зменшився в 1,5 рази. Це підтверджує, що вітаміни групи Е більш стійкі до тепла, кислот і лугів, сонячного світла.

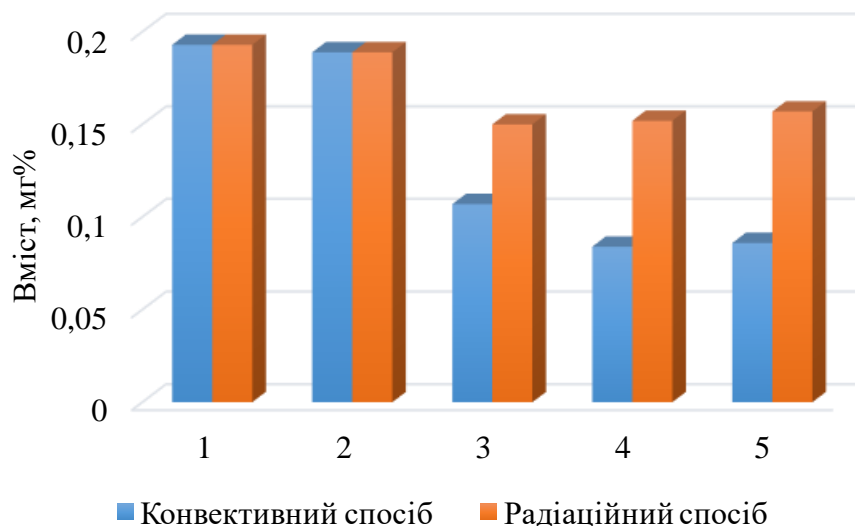


Рисунок 3.10 – Зміна вмісту токоферолу в процесі виробництва

1 – свіжа; 2 – розморожена; 3 – висушена при $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 – висушена при $t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$; 5 – висушена при $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Так само з графіка видно, що при температурі сушильного агента $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в перший період сушіння з подальшим досушуванням при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ІЧ способом зберігається більше вітаміну Е, ніж при висушуванні при температурі $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом усього періоду сушіння. Таким чином, можна припустити, що тривалість теплового впливу більше впливає на вміст вітаміну Е, ніж висока температура.

На рисунках 3.11, 3.12 показані криві сушіння заморожених плодів обліпихи з подальшим розморожуванням і відділенням соку, що вільно виділився, висушені конвективним та ІЧ способом.

З графіків видно, що тривалість сушіння не залежить від підведення теплоти до тіла, що висушується, а температура сушильного агента впливає на час сушіння. Часу для досягнення в продукті вологості не більше 20 % потрібно конвективним способом при температурі $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 360 хв, а ІЧ способом – 390 хв. При температурі $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ з наступним досушуванням при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ в обох випадках час скоротився на 60 хв.

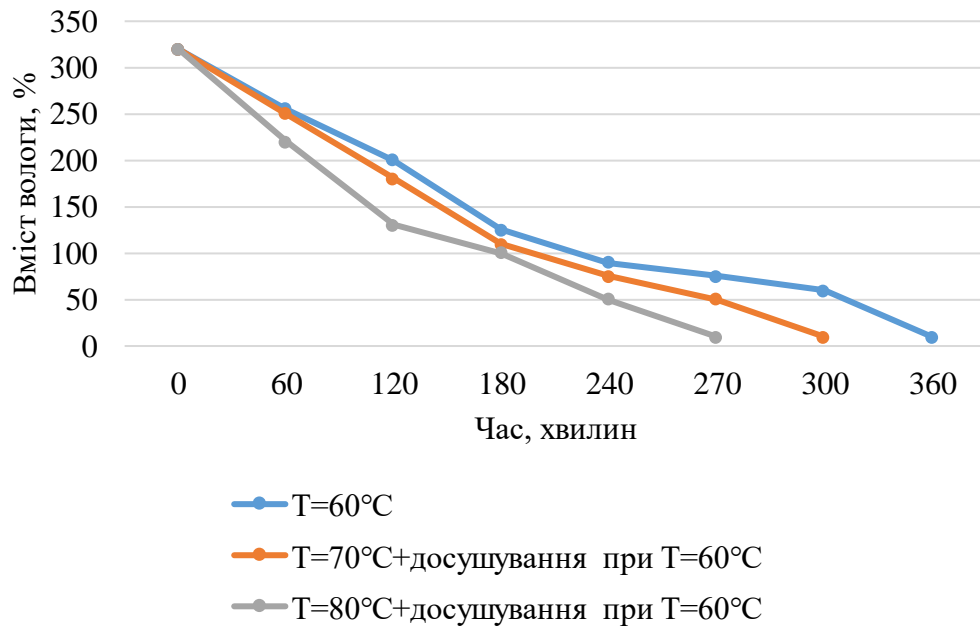


Рисунок 3.11 – Криві сушіння розморожених плодів обліпихи конвективним способом

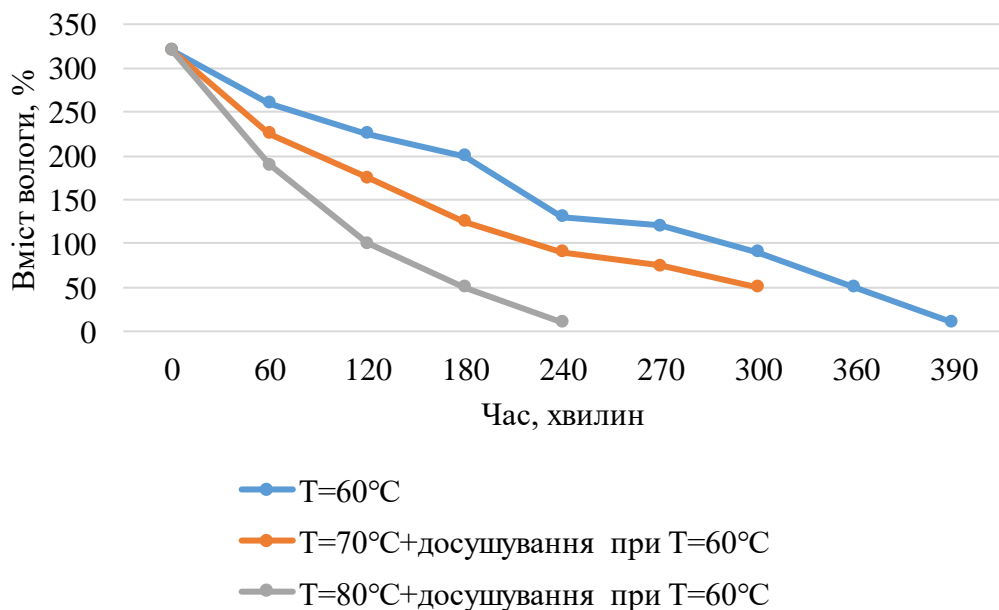


Рисунок 3.12 – Криві сушіння розморожених плодів обліпихи ІЧ способом

З цього випливає, що підвищення температури сушильного агента більш інтенсифікує процес порівняно з конвективним.

Аналізуючи отримані дані, наведені в таблицях 3.3, 3.5 та на рисунках 3.9 – 3.12, можна припустити: спосіб підведення теплоти значно впливає на кількісний вміст вітаміну Е в сухому продукті, що підтверджується літературними даними;

тривалість сушіння має більшу негативну дію, ніж вплив підвищених температур у перший період сушіння. Це підтверджує, що вітаміни групи Е більш стійкі до тепла, ніж впливу кислот у присутності кисню. Отже, підвищення температури та скорочення тривалості сушіння сприяє кращому збереженню токоферолів.

3.4 Дослідження мікробіологічних показників плодів обліпихи

Мікроорганізмам для їхньої життєдіяльності необхідні різні речовини, які містяться у всіх харчових продуктах рослинного та тваринного походження. Використання цих продуктів мікроорганізмами завжди пов'язане з хімічними та фізичними змінами самих продуктів. Внаслідок цього знижується їх біологічна цінність.

Плоди обліпихи характеризуються високою кислотністю та, відповідно, низьким рН від 3,5 до 4,2. Тому збудниками їх псування є, перш за все, плісняві гриби та дріжджі. Під впливом їхньої життєдіяльності плоди дуже швидко псуються.

Дріжджі та плісняві не терmostійкі. При нагріванні у вологому середовищі вегетативні клітини дріжджів гинуть при температурі від 50 до 60 °С приблизно через 5 хв, а спорові форми від 70 до 80 °С за цей час. Цвілі гинуть при 100 °С після нагрівання протягом декількох хвилин. Вегетативні форми можуть знищуватися при 62 °С через 30 хв нагрівання у вологому середовищі. Для знищення спор деяких плісневих необхідно нагрівання до 80 °С протягом 30 хв [7].

Бактерії групи кишкових паличок є санітарно-показовими мікроорганізмами. Бактерії *Esherichia coli* вважаються умовно-патогенними, оскільки вони нерідко утворюють ентеропатогенні мутанти [7].

У зв'язку з цим певний інтерес представляє визначення та виявлення плісневих, дріжджів та бактерій групи кишкових паличок (БГКП).

Дослідженню піддавали свіжі, заморожені та сухі плоди обліпихи за методами, таблиця 2.1.

Виявлення дріжджів та плісневих грибів здійснювалося згідно з ДСТУ

8447:2015. Посіви термостатували при температурі 30 °С протягом 5 діб, щоденно контролювалася поява ознак росту дріжджів та цвілевих грибів. При дотриманні технологічних режимів у процесі підготовки наповнювача дріжджі та плісняві гриби при сівбі не виявлено.

Кількість БГКП визначалося згідно з ГОСТ 30518-97. Посіви проглядалися через 24 години, а остаточний облік проводився через 48 годин. Результати, проведених досліджень наведено у таблиці 3.6

При дотриманні санітарних норм і правил у заморожених та сухих плодах обліпихи не виявлено БГКП у 0,1 г досліджуваного продукту.

Таблиця 3.6 – Мікробіологічні показники плодів свіжої та сухої обліпихи

Мікробіологічні показники	Допустимі рівні, не більше	Свіжі плоди обліпихи	Сухі плоди обліпихи
КМАФАнМ, КОЕ/г, не більше	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), маса продукту (г, см ³), в якій не допускається	0,1	0,1	0,1
Пліснява, КОЕ/г, не більше	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$
Дріжджі, КОЕ/г, не більше	$5 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$

3.5 Показники безпеки плодів обліпихи

Безпека сухих плодів обліпихи у мікробіологічному та радіаційному відношенні, а також за вмістом хімічних забруднювачів визначалася їхньою відповідністю гігієнічним нормативам, встановленим СанПіН 2.3.2.1078-01, таблиця 2.1.

Результати проведених досліджень представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Показники безпеки свіжих та сухих плодів обліпихи

Показники безпеки	Допустимі рівні, не більше	Свіжі плоди обліпихи	Сухі плоди обліпихи
Токсичні елементи, мг/кг, не більше			
Свинець	0,50	0,21	0,45
Кадмій	0,030	0,009	0,015
Мідь	-	0,62	2,02
Ртуть	0,02	0,001	0,0021
Нітрати, мг/кг	60	6,6	13
Пестициди, мкг/кг			
ГХЦГ	0,05	не виявлено	не виявлено
ДДТ	0,1	не виявлено	не виявлено

З таблиці видно, що за показниками безпеки, що нормуються, свіжі і сухі плоди обліпихи містять менш допустимих рівнів небезпечних речовин за винятком свинцю, де вміст відповідає максимальному.

Висновки за розділом

Вибрано раціональний температурний режим сушіння плодів обліпихи, експерименти проводилися при підведенні теплоти конвективним і ІЧ способом з температурою сушильного агенту 80 °С і досушуванням при температурі 60 °С.

Встановлено, що область варіювання температури сушки може бути прийнята від 60 до 80 °С. При температурі нижче 60 °С значно збільшується тривалість сушіння. У разі збільшення вище 80 °С відбувається погіршення органолептичних показників.

Встановлено, що часу для досягнення в продукті вологості не більше 20 % потрібно конвективним способом при температурі 60 °С 360 хв, а ІЧ способом – 390 хв. При температурі 70 °С з наступним досушуванням при 60 °С в обох випадках час скоротився на 60 хв.

Доведено, що спосіб підведення теплоти значно впливає на кількісний вміст вітаміну Е в сухому продукті, а тривалість сушіння має більшу негативну дію, ніж вплив підвищених температур у перший період сушіння. Отже, підвищення

температури та скорочення тривалості сушіння сприяє кращому збереженню токоферолів.

Визначено, що за показниками безпеки, свіжі і сухі плоди обліпихи містять менш допустимих рівнів небезпечних речовин за винятком свинцю, де вміст відповідає максимальному.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Розробка технології сушіння свіжих плодів обліпихи

На підставі проведених досліджень було розроблено технологію виробництва сухих плодів обліпихи.

Графічна схема технологічного процесу наведено на рисунку 4.1.

Згідно із запропонованою схемою, свіжі плоди обліпихи піддаються якісному та кількісному прийманню. Плоди інспектуються за якістю, відбираються при цьому гнилі, пошкоджені сільськогосподарськими шкідниками екземпляри, видаляються листя та гілочки.

Бланшується підготовлена сировина у воді при температурі від 85 до 95 °С протягом від 2 до 5 хв або гострою парою протягом від 5 до 8 хв для розм'якшення шкірки та пошкодження її цілісності. В результаті бланшування відбувається поділ плода на шкірку з м'якоттю та кісточку.

Заморожування. У процесі заморожування у плодах утворюються кристали льоду. Швидкість їхнього утворення залежить від температури. При температурі від мінус 4 до мінус 8 °С йде повільне утворення льоду в міжклітинному просторі, де концентрація соку менша, ніж у клітинах. У процесі виморожування води концентрація соку збільшується, внаслідок чого вода з клітин виходить у міжклітинний простір і замерзає на кристалах льоду, що раніше утворилися. Утворення кристалів льоду викликає зміну структури тканин плодів.

Розморожується обліпиха при кімнатній температурі до розчинення кристалів льоду. При розморожуванні плодів обліпихи, заморожених при температурі від мінус 4 до мінус 8 °С, втрачається багато соку – до 5 %, у результаті зменшується вологість плодів, що згодом скорочує тривалість сушіння.

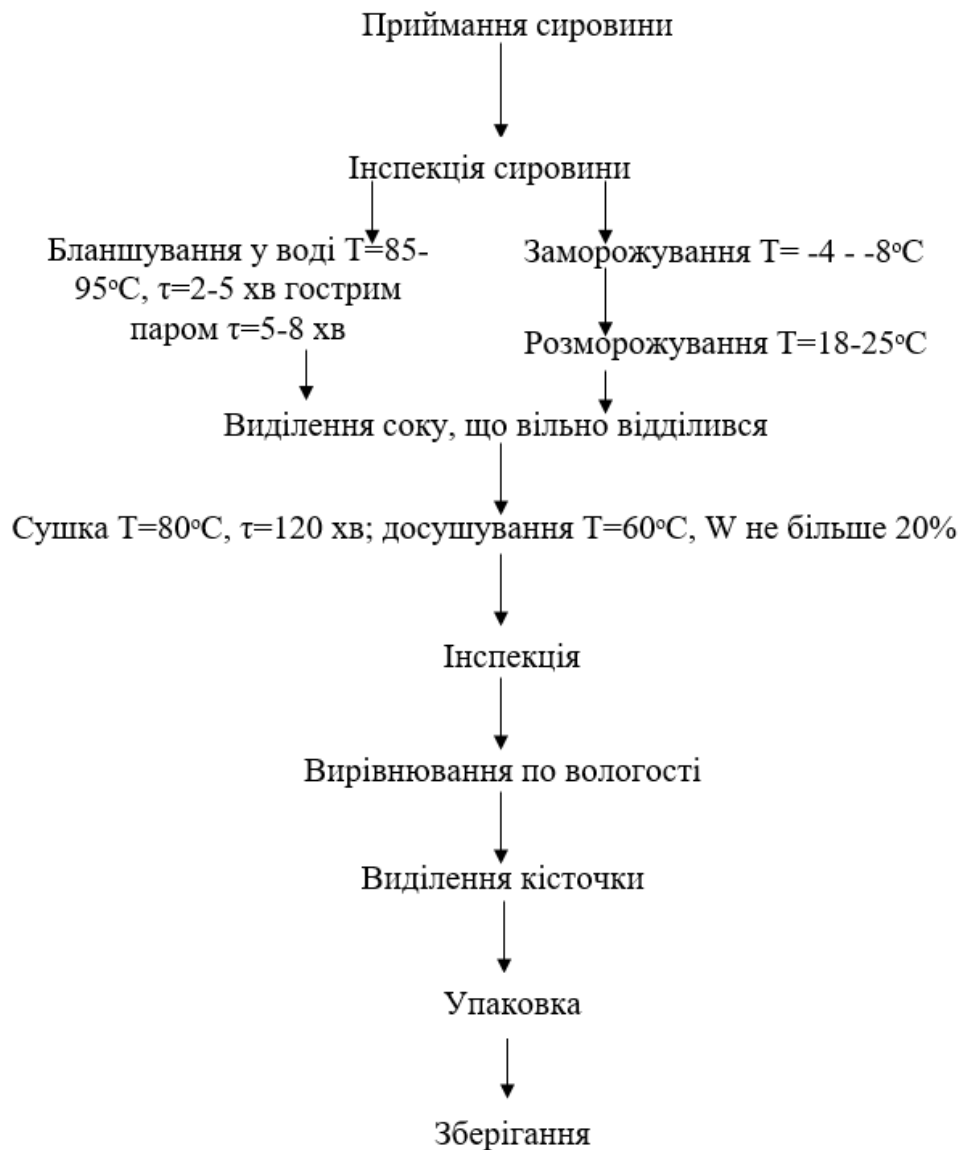


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва сухих плодів обліпіхи

Після відділення соку, що вільно виділився, бланшовані або розморожені плоди надходять на сушку.

Сушіння можна здійснювати конвективним і радіаційним способом. У цій роботі було встановлено, що спосіб сушіння не надав суттєвого впливу на основні фізико-хімічні показники сухих плодів, такі як вміст жиру, кислотність, що титрується, вологість. Однак спосіб підведення теплоти вплинув на органолептичні показники та вміст жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну Е. Найбільш прийнятним виявився спосіб підведення теплоти променями інфрачервоного випромінювання. Також було встановлено, що найбільш

раціональна температура сушильного агента не повинна перевищувати в перший період сушіння 80 °С протягом не більше 120 хв, а в другий при досушуванні температура не вище 60 °С до вологості трохи більше 20 %.

Висушений продукт охолоджується, після чого проводиться інспекція, де видаляються недосушені плоди, що підгоріли. Після сушіння плоди мають неоднакову вологість, тому необхідна їхня витримка в закритій ємності протягом деякого часу. За цей час відбувається перерозподіл вологи від зволжених екземплярів до менш зволжених.

Для отримання обліпихи без кісточки сухі плоди, отримані з бланшованих, піддаються поділу за допомогою пневмоустановки, процес заснований на різниці щільностей шкірки з м'якоттю та кісточки.

Фасуються сухі плоди обліпихи у крафт-пакети, поліетиленові пакети та інші пакувальні матеріали. Використовується тара з полімерних та комбінованих матеріалів, призначених для закупорювання сушених плодів обліпихи.

Зберігання. Максимально допустима температура зберігання для сухих плодів 20 °С при відносній вологості повітря в добре вентильованому складському приміщенні не вище 75 %. За таких умов якість продукту зберігається протягом одного року.

4.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників сухих плодів обліпихи

Обліпиха сушена повинна виготовлятися з дотриманням чинних санітарних норм.

За органолептичними показниками обліпиха сушена повинна відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники сухих плодів обліпихи

Найменування	Показник
Зовнішній вигляд	Плоди – сім'янки кулястої, яйцеподібної або еліпсоїдної форми, зморшкуваті, довжиною від 6 до 12 мм, діаметром від 3 до 10 мм, з плодоніжкою або без неї. Усередині плоду знаходиться одне, рідко два яйцеподібні злегка асиметричні насінини довжиною 4 – 7 мм, гладкі і блискучі з поздовжньою борозенкою.
Смак, запах та колір	Смак кислий, специфічний, ароматний запах без ознак спиртового бродіння і видимої неозброєним оком цвілі. Не допускаються сторонні присмаки, запах, пісок, які відчуються органолептично. Колір плодів від помаранчевого до коричневого, насіння від темно-коричневого до чорного. На дотик маслянисті, на папері залишають жирну пляму.

За фізико-хімічними показниками обліпиха сушена має відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники сухих плодів обліпихи

Найменування показників	Значення показника
Масова частка вологи, %, не більше	20
Масова частка жиру, %, не менше	10
Масова частка титрованих кислот у перерахунку на яблучну кислоту, %, не більше	9
Підгорілих плодів, % не більше	5
Мінеральні домішки, % не більше	0,5
Домішки рослинного походження, % не більше	6
Сторонні домішки (частини інших неотруйних рослин), % не більше	1

Висновки за розділом

В запропоновану розділі кваліфікаційної роботи розроблено та запропоновано до практичного впровадження технологію отримання сухих плодів обліпихи, а також представлено основні органолептичні та фізико-хімічні показники подів обліпихи, яким повинен відповідати отриманий готовий продукт.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Завдяки карті безпеки праці, працівники мають чітке виявлення про можливості небезпеки та способи їх запобігання. Карта безпеки праці під час роботи з тепловим обладнанням при виробництві сухих плодів обліпихи представлена на рисунку 5.1.

Карта безпеки праці під час виробництва сиру кисломолочного	
1 Загальні положення	1.1 Інфрачервоне сушіння плодів обліпихи виконується у спеціально обладнаних приміщеннях з дотриманням санітарно-гігієнічних та технічних норм. 1.2 До роботи допускаються працівники, які пройшли інструктаж із техніки безпеки, мають відповідну кваліфікацію та медичний допуск. 1.3 Усі працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).
2 Потенційні небезпеки	2.1 Теплове випромінювання: можливість опіків шкіри чи пошкодження очей. 2.2 Електричний струм: ризик ураження через пошкодження обладнання або контакту з відкритими провідниками. 2.3 Механічні травми: ризик порізів чи забоїв під час обслуговування обладнання. 2.4 Пил: подразнення дихальних шляхів через накопичення часток плодів у повітрі. 2.5 Шум: тривала дія шуму від роботи обладнання може впливати на слух.
3 Вимоги до приміщення	3.1 Приміщення повинно бути обладнане системою вентиляції для видалення надлишкового тепла і пилу. 3.2 Освітлення повинно відповідати нормам, при цьому уникайте відблисків на обладнанні. 3.3 Усі поверхні мають бути чистими, без зайвих предметів та рідин, які можуть стати причиною ковзання.
4 Вимоги до обладнання	4.1 Інфрачервоне сушильне обладнання має бути справним, заземленим і відповідати нормам безпеки. 4.2 Перед початком роботи перевіряється: стан електропроводки; герметичність нагрівальних елементів; робота аварійної системи вимкнення. 4.3 Забороняється використовувати обладнання з пошкодженими корпусами чи відкритими нагрівальними елементами.
5 Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)	5.1 Працівники зобов'язані використовувати: теплостійкі рукавички; окуляри або захисний щиток для очей; спеціальний робочий одяг із негорючих матеріалів; респіратори для захисту від пилу (у разі утворення пилоподібних часток); взуття із захистом від ковзання.
6 Порядок виконання робіт	6.1 Перед початком роботи: провести візуальний огляд обладнання; перевірити наявність ЗІЗ у кожного працівника. 6.2 Під час роботи: забороняється торкатися нагрівальних елементів; заборонено залишати обладнання без нагляду; забезпечити рівномірне завантаження плодів для уникнення перегріву. 6.3 По завершенні: вимкнути обладнання з електромережі; очистити обладнання від залишків плодів після повного охолодження.
7 Дії у разі виникнення надзвичайних ситуацій	7.1 У разі перегріву чи пожежі негайно вимкнути обладнання та використати вогнегасник. 7.2 У разі ураження працівника електричним струмом відключити живлення і надати першу допомогу. 7.3 У разі погіршення самопочуття працівника через теплове випромінювання чи пил негайно вивести його на свіже повітря та звернутися до лікаря.

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час роботи з сушильним обладнанням

Дотримання вимог цієї картки гарантує безпеку працівників та ефективність виробничого процесу.

5.2 Утилізація відходів під час сушіння плодово-ягідної сировини

Утилізація відходів під час сушіння плодів та ягід є важливим етапом виробничого процесу, який дозволяє мінімізувати вплив на довкілля та забезпечити ефективне використання ресурсів. Основні типи відходів і способи їх утилізації описані нижче.

Органічні відходи: залишки плодів і ягід (шкірка, кісточки, м'якоть); відбракована продукція (перестиглі, пошкоджені плоди).

Техногенні відходи: пил, що утворюється під час обробки та сушіння; забруднена вода (від миття плодів).

Пакувальні матеріали: залишки паперу, плівки, картону.

Енергетичні відходи: надлишкове тепло або побічне утворення гарячого повітря.

На сьогоднішній день, при переробці плодово-ягідної сировини найбільш актуальними є наступні методи утилізації.

1. Органічні відходи.

Компостування: відходи плодів і ягід можуть бути використані для виробництва компосту, який потім застосовується як добриво в сільському господарстві; умови: компостування здійснюється в спеціально відведених місцях або компостних ямах.

Біогазові установки: органічні залишки можуть бути сировиною для біогазових установок, де їх переробляють у біогаз (енергію) та органічне добриво.

Корм для тварин: деякі залишки, особливо шкірки чи м'якоть, можуть використовуватися як корм для сільськогосподарських тварин (за умови їхньої відповідності ветеринарним вимогам).

2. Техногенні відходи.

Фільтрація та очищення: пил з повітря видаляється за допомогою

фільтрувальних систем, після чого зібрані частки можуть бути відправлені на компостування.

Очищення води: використану воду слід очищати в локальних очисних спорудах перед поверненням у систему або скиданням у каналізацію.

3. Пакувальні матеріали.

Переробка вторинної сировини: картон, папір та пластикові матеріали слід сортувати та відправляти на переробку.

Екологічно безпечне спалювання: непридатні для переробки матеріали можна утилізувати шляхом термічної обробки на спеціалізованих підприємствах, з дотриманням екологічних норм.

4. Енергетичні відходи.

Рекуперація тепла: надлишкове тепло може бути використане для обігріву приміщень або інших етапів виробництва; встановлення систем рекуперації дозволяє знизити витрати на енергію.

Інтеграція в енергосистему: у разі великих обсягів надлишкової енергії її можна передавати в локальну енергосистему (за наявності технічної можливості).

5. Рекомендації для підприємств.

1. Впроваджувати системи роздільного збору відходів.

2. Залучати партнерів для утилізації або переробки специфічних відходів (наприклад, компостування чи біогазові установки).

3. Інвестувати у сучасні технології очищення та рекуперації.

4. Контролювати виконання вимог екологічного законодавства.

Ефективна утилізація відходів під час сушіння плодів і ягід дозволяє зменшити екологічний вплив виробництва, забезпечити додатковий прибуток (від продажу компосту, біогазу чи вторинної сировини) та підвищити екологічну репутацію підприємства.

Висновки за розділом

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва сухих плодів обліпихи та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час відходів під час сушіння плодово-ягідної сировини.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Організація досліджень передбачає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, а також розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів ІЧ-обробки плодів обліпихи з метою виготовлення високоякісної харчової добавки, яка може бути використана як наповнювач-збагачувач для різних харових продуктів, представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	8
3-4	Розробка послідовності науково-дослідних робіт	4
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	4
5-6	Підготовка дослідних зразків плодів обліпихи	3
6-7	Підготовка лабораторного устаткування	3
7-8	Дослідження впливу температури та способу сушіння при отриманні сухих плодів обліпихи	5
7-9	Дослідження впливу попередньої обробки на тривалість сушіння та якість сухих плодів обліпихи	5
7-10	Дослідження жиророзчинних вітамінів свіжих та сухих плодів обліпихи	6
7-11	Визначення мікробіологічних показників плодів обліпихи та їх показників безпеки	10
8-12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	12
Всього		66

У відповідності до таблиці 6.1, загальна тривалість виконання кваліфікаційної роботи становить 66 днів.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, що виникають у процесі проведення дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них входять: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Плоди обліпихи, кг	4	150,00	600,00
Всього			600,00

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник наукової роботи	9100	54,17	35	1896,70
Всього				1896,70

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{1896,70 \cdot 22}{100} = 417,27 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу ІЧ сушарки:

$$E_1 = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 242,61 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу конвективної сушарки:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 101,08 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_3 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 242,61 + 101,08 + 424,57 = 768,26$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

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

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
ІЧ сушарка	6440,00	15	3	7,94
Конвективна сушарка	11200,00	15	3	13,81
Персональний комп'ютер	19000,00	24	14	174,90
Всього				196,65

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(1896,70 \cdot 80)}{100} = 1517,36 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	600,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	768,26
Амортизація	196,65
Накладні витрати	1517,36
Всього	5396,24

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

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

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 5396,24 + \frac{30 \cdot 5396,24}{100} = 7015,11 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 7015,11 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 1896,70 грн і 1517,36 грн відповідно. Загальна вартість дослідження складає 7015,11 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що обліпіха є цінним джерелом низки найважливіших біологічно активних сполук. У її плодах містяться водо- та жиророзчинні вітаміни, ліпіди, вуглеводи, білкові речовини, мікроелементи. Враховуючи цінність обліпіхи, можна запропонувати розширення її застосування.

Розроблено план організації проведення експериментальних досліджень, запропоновано схему виконання дослідних робіт, приведено методи визначення показників якості сухих плодів обліпіхи, а також представлено дослідне устаткування яке було використано у ході проведення експериментальних досліджень.

Вибрано раціональний температурний режим сушіння плодів обліпіхи, експерименти проводилися при підведенні теплоти конвективним і ІЧ способом з температурою сушильного агенту 80 °С і досушуванням при температурі 60 °С.

Встановлено, що область варіювання температури сушки може бути прийнята від 60 до 80 °С. При температурі нижче 60 °С значно збільшується тривалість сушіння. У разі збільшення вище 80 °С відбувається погіршення органолептичних показників.

Встановлено, що часу для досягнення в продукті вологості не більше 20 % потрібно конвективним способом при температурі 60 °С 360 хв, а ІЧ способом – 390 хв. При температурі 70 °С з наступним досушуванням при 60 °С в обох випадках час скоротився на 60 хв.

Доведено, що спосіб підведення теплоти значно впливає на кількісний вміст вітаміну Е в сухому продукті, а тривалість сушіння має більшу негативну дію, ніж вплив підвищених температур у першій період сушіння. Отже, підвищення температури та скорочення тривалості сушіння сприяє кращому збереженню токоферолів.

Визначено, що за показниками безпеки, свіжі і сухі плоди обліпіхи містять менш допустимих рівнів небезпечних речовин за винятком свинцю, де вміст відповідає максимальному.

Розроблено та запропоновано до практичного впровадження технологію отримання сухих плодів обліпихи, а також представлено основні органолептичні та фізико-хімічні показники подів обліпихи, яким повинен відповідати отриманий готовий продукт.

Розроблена карта безпеки для операторів лінії виробництва сухих плодів обліпихи та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час відходів під час сушіння плодово-ягідної сировини.

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 741,15 грн і 592,92 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 2884,47 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бойко Г.П. Технологія сушіння харчових продуктів. – Київ: Вища освіта, 2015.
2. Романов В.О. Фізико-хімічні основи сушіння харчової сировини. – Одеса: ОНПУ, 2017.
3. Коваленко С. І. Оптимізація режимів сушіння ягід для збереження біоактивних речовин // Журнал харчових технологій, 2020, № 3.
4. Білошицький М.П. Використання інфрачервоного випромінювання при сушінні ягід // Сільськогосподарська техніка і технології, 2019.
5. Головач А.В. Порівняння різних способів сушіння чорниці // Харчова промисловість, 2021, № 2.
6. Зінченко О.М. Технологічні схеми сушіння ягід в промислових умовах. – Львів: ЛНТУ, 2019.
7. Книгова Т.В. Домашнє сушіння фруктів та ягід: технологія та рецепти. – Харків: Фолю, 2020.
8. Технології сушіння ягід на промислових підприємствах // Онлайн-ресурс. [agroradar.com.ua](<https://www.agroradar.com.ua>).
9. Сушіння ягід: вплив на харчову цінність // Блог компанії «АгропромТех». [agro-tech.com](<https://www.agro-tech.com>).
10. Ось добірка літератури та джерел, які можуть бути корисними для вивчення сушіння обліпихи:
11. Романова Т. В. Технологія переробки ягід: сушіння, заморожування та консервування. – Київ: Видавництво Аграрної науки, 2017.
12. Бойко Г.П. Інноваційні технології сушіння ягід та фруктів. – Харків: Основа, 2019.
13. Тарасенко В.П. Сушіння плодової продукції. – Одеса: Поліграф, 2018.
14. Мельник А.І. Оптимізація режимів сушіння обліпихи для збереження біоактивних речовин // Журнал харчових технологій, 2020, № 4.
15. Дорошенко О.В. Порівняння конвекційного та інфрачервоного

сушіння обліпихи // Техніка і технології в харчовій промисловості, 2019.

16. Кучеренко М. П. Вплив технологічних параметрів на якість сушеної обліпихи // Вісник аграрної науки, 2021, № 3.

17. Лисенко С.А. Домашнє сушіння ягід: методики та рекомендації. – Львів: Каменяр, 2020.

18. Гурова І.В. Технології переробки обліпихи: сушіння, заморожування, виготовлення олії. – Київ: Експерт, 2018.

19. Сушіння обліпихи: методи та технології // Стаття на аграрному порталі. [agronews.ua](<https://www.agronews.ua>).

20. Обліпиха: збереження користі після сушіння // Блог на платформі «Харчові технології». [foodtech.com.ua](<https://www.foodtech.com.ua>).

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

22. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодородження: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

23. Котов Б.І., Калініченко Р.А., Степаненко С.П., Швидя В.О., Лісецький В.О. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження). Монографія: Ніжин. Видавець ПП Носенко Н.Н. 2017. 552 с.

24. Калініченко Р.А., Солоня О.В., Твердохліб І.В. Дослідження радіаційноконвективної термообробки зерна у віброкиплячому шарі. Вібрації в техніці та технологіях. 2017. № 2 (58). С. 95 – 98.

25. Солоня В.О., Котов Б.І., Спирін А.В., Калініченко Р.А. Обґрунтування параметрів поєднаних процесів мікронізації і подрібнення із застосуванням вібраційних технологій при переробці зерна на корм. Вібрації в техніці та технологіях. 2016. № 3 (83). С.213 – 218.

26. Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Присяжнюк Д. В., Полевода Ю. А. Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2016. № 6.

Т. 22. С. 151 – 156.

27. Ємчик В. В., Полєвода Ю. А., Рєвва В. Ю. Обґрунтування конструктивної схеми установки для обробки зернистого матеріалу інфрачервоним випромінюванням. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 3 (118). С. 43 – 52.

28. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Лазаренко У.І. Застосування нетрадиційних підсолонкувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. Наука, технології, інновації. 2024. № 3 (30). С. 70-81.
<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>

29. Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С. Применение органических кислот и их смесей в качестве стимулятора прорастания семенного материала. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 31-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34>

30. Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С., Кошулько В.С., Калина В.С., Пришедько В.М. Биоактивация зерна с использованием фруктовых кислот. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2020/2/26-28>

31. Bhat G. Untersuchungen zur Herstellung von Speisequark aus mit Hilfe der Ultrafiltration vorkonzentrierter Milch: Inaug. Diss... Giessen., 1996. 1V,91.

32. Cai J., Ooraikul B., Jelen P. Calcium bioavailability of guar gum with increased calcium content by addition of rhubarb // J. Food Processing Preservat., 2010. Vol. 24. № 6. P. 479 – 494.

33. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>

34. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>

35. Kotov B., Spirin A., Kalinichenko R., Bandura V., Polievoda Y., Tverdokhlib

I. Determination the parameters and modes of new heliocollectors constructions work for drying grain and vegetable raw material by active ventilation. Research in Agricultural Engineering. 2019. Vol. 65. № 1. P. 20-24.

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

37. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

38. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>

39. Pivovarov O.A., Kovaleva O.S., Chursinov J.O. Prevention of biofouling of industrial reverse water supply systems by plasma water treatment // 3 nd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2020. P. 50-52.

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

41. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. Ukrainian Food Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>

42. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt. Grain Products and Mixed Fodder's. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>
43. <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/1579/1/%D0%9E%D0%93%D0%9B%D0%AF%D0%94%20%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94%D0%86%D0%92%20%D0%A1%D0%A3%D0%A8%D0%9A%D0%98.pdf>
44. Спосіб сушіння рослинної сировини в ІЧ-сушарці. Патент України на корисну модель № 103094, МПК (2015.01), А23В 7/00. А. М. Загорулько, Л. В. Кіптєла, О. Є. Загорулько. № и 2014 13136. Заявл. 08.12.2014. Опубл. 10.12.2015, Бюл.№ 23. 5 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/12418?locale=uk>.
45. Коваленко О., Федюшко Ю.М. Сушіння зерна інфрачервоним випромінюванням //Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2013 року «Проблеми механізації та електрифікації АПК». С. 102. 26.
46. Бандура В. М., Кірієнко О. О. Розвиток інфрачервоної техніки для обробки зерна //Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2015. №. 3. С. 53-57. 27.
47. Полєвода Ю. А., Рєва В. Ю., Твердохліб І. В. Особливості процесу мікронізації зерна //Вібрації в техніці та технологіях. 2023.№ 1 (108). С. 94-100. DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1-9.
48. Бандура В. М. Обґрунтування ІЧ-обробки насіння соняшника перед його обрушуванням //Наукові праці ОНАХТ. 2015. Вип. 47, Т. 2. С. 131-133.
49. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>
50. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності

181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ.
2020. 40 с.