

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально – науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології консервування

«До захисту в ЕК»	«До захисту допущено»
Директор інституту(декан факультету) _____	В.о. завідувача кафедри _____
Оксана КОЧУБЕЙ- ЛИТВИНЕНКО	Віталій ШУТЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
« ____ » _____ 2024р.	« ____ » _____ 2024р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

зі спеціальності 181 Харчові технології
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології зберігання, консервування та
перероблення плодів і овочів»

на тему: Удосконалення технології отримання сухого порошку з плодів
калини

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 8

Іванов Дмитро Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: Шутюк Віталій Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

Рецензент

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Інститут (факультет): Навчальний – науковий інститут харчових технологій
Кафедра: технології консервування _____

Освітнійступінь: магістр _____

Спеціальність: 181 «Харчові технології»
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма: «Технології зберігання та переробки плодів та овочів»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Віталій ШУТЮК

“01” лютого 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Іванов Дмитро Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення технології отримання сухого порошку з плодів калини

керівник проекту (роботи) **професор, д.т.н. Шутюк В.В.**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” жовтня 2023 року №872-кс

2. Строк подання проекту (роботи) 05 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1.Матеріали, зібрані під час переддипломної практики. 2.Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт. 3. Удосконалення технології отримання сухого порошку з плодів калини. 4.Підбір оптимальних режимів сушіння калини.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Загальна характеристика роботи; 2.Аналітичний огляд літератури; 3.Об'єкти та методи досліджень; 4.Експериментально-дослідницький розділ; 5.Соціально-економічна ефективність роботи; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Таблиці з результатами досліджень – 24 шт.

Рисунок – 15 шт. Апаратурно – технологічна схема -1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
1-7	професор, д.т.н. Шутюк В.В.		

7. Дата видачі завдання _____31 серпня 2023 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Видача завдання. Складання і затвердження розгорнутого плану роботи	15.10-17.10	
2.	Підбір, вивчення та аналіз літературних джерел.	16.10-21.10	
3.	Підбір матеріалів та методів дослідження; освоєння методики досліджень	16.10-21.10	
4.	Виконання експериментальних робіт.	24.10-30.11	
5.	Впровадження системи НАССР	01.12-04.12	
6.	Виконання технологічних розрахунків	05.12-08.12	
7.	Розрахунки економічної ефективності	09.12-13.12	
8.	Охорона праці та екологія навколишнього середовища	14.12-18.12	
9.	Висновки і рекомендації.	26.12-28.12	
10	Оформлення магістерської роботи	08.01-21.01	
11	Подання роботи науковому керівнику для затвердження	21.01-31.01	
12	Подання магістерської роботи на кафедру	01.02-03.02	
13	Попередній захист магістерської роботи	03.02-06.02	

Здобувач _____ **Дмитро ІВАНОВ**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ **Віталій ШУТЮК**
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з 7 розділів, виконана на _____ сторінках, ілюстрована 24 таблицями і 15 рисунками, висновків, списку бібліографічних джерел з 24 найменувань і додатків.

Мета роботи Удосконалення технології отримання сухого порошку з плодів калини

Об'єкт дослідження – технологія отримання сухого порошку з калини.

Предмет дослідження – ягоди калини.

В магістерській роботі в результаті комплексного аналітичного та експериментального дослідження був проведений аналіз хімічного складу та різних сортів калини. Досліджено кінетику сушіння та встановлено оптимальні температурні режими конвективного способу сушіння,

Запропоновано апаратурне оформлення лінії виробництва отримання сухого порошку з калини. Визначено економічні показники від можливого впровадження технології на типових лініях сушеної продукції.

Ключові слова: *калина, дефростація регідратація, режим сушіння, технологія, вологість, сушена калина.*

ANNOTATION

The master's work consists of 7 chapters, made on ____ pages, illustrated with _24_ tables and _15_ figures, conclusions, a list of bibliographic sources with _24_ titles and appendices.

The purpose of the work is to improve the technology of obtaining dry powder from viburnum fruits

The object of research is the technology of obtaining dry powder from viburnum.

The subject of research is viburnum berries.

In the master's thesis, as a result of complex analytical and experimental research, an analysis of the chemical composition and different varieties of viburnum was carried out. The kinetics of drying was studied and the optimal temperature regimes of the convective drying method were established.

The proposed hardware design of the production line for obtaining dry powder from viburnum. The economic indicators of the possible implementation of the technology on typical lines of dried products were determined.

Key words: viburnum, defrosting rehydration, drying regime, technology, moisture, dried viburnum.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	13
1.1. Сучасний стан ринку продукції ягідних культур України	13
1.2. Основні теоретичні положення процесу зневоднення	20
1.3. Основи тепло- і вологообміну	20
1.4. Сучасні та інноваційні технології виробництва сушених продуктів рослинного походження	22
1.5. Калина як перспективна сировина для харчової промисловості	24
1.5.1 Хімічний склад калини.....	27
1.5.2. Лікувальні властивості калини	29
1.6. Висновки	31
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1. Схема проведення досліджень.....	32
2.2. Методи досліджень	34
2.2.1. Визначення фізико – хімічних і органолептичних показників калини	34
2.2.2. Методика проведення досліджень	35
2.3. Висновки	37
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ МАСОВОЇ ЧАСТКИ КАЛИНИ ПІД ЧАС ЗНЕВОДНЕННЯ	38
3.1. Оцінка технологічних показників свіжих плодів калини.....	38
3.2. Дослідження хімічного складу і харчової цінності плодів калини звичайної досліджуваних сортів	39
3.3. Дослідження процесу зневоднення плодів калини сорту «Гранатовий браслет» без попереднього осмотичного зневоднення ...	42
3.4. Дослідження кінетики осмотичного зневоднення ягід калини ...	44
3.5. Дослідження процесу зневоднення осмотично зневоднених плодів калини сорту «Гранатовий браслет».....	47

3.6. Особливості зміни кольору зневоднених плодів калини за різних способів і температури сушильного агента.....	49
3.7. Розроблення моделі процесу сушіння осмотично зневодненої калини конвективним способом.....	51
3.3. Висновки до розділу 3	55
РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНОЇ КАЛИНИ.....	56
4.1. Принципова технологічна схема виробництва сушеної калини..	56
4.2. Опис принципово – технологічної схеми виробництва сушеної калини.....	57
4.3. Висновки	59
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИГОТОВЛЕННЯ СУШЕНОЇ КАЛИНИ	60
5.1 Розрахунок плану виробництва продукції у натуральному та вартісному виразах.....	62
5.2. Розрахунок економічної ефективності реконструкції.....	63
5.3.1.Сировина і основні матеріали.....	64
5.3.2 Тара та допоміжні матеріали	65
5.3.4. Заробітна плата основних виробничих робітників.....	66
5.3.5. Відрахування на соціальні потреби	67
5.3.6. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	67
5.3.7. Загальновиробничі витрати	68
5.4. Визначення основних показників економічної ефективності проекту	70
5.5. Термін економічного життя проекту	71
5.6. Висновки про економічну ефективність проекту.....	74
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	75
Висновки до 6 розділу	85

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	87

ВСТУП

Основною метою сушіння в харчовій промисловості є збереження продукту. Зниження вмісту води дає змогу запобігти або значно сповільнити мікробні та ферментативні реакції. Однак сушіння може чинити негативний вплив на хімічний склад продуктів, харчові інгредієнти та харчову цінність. Метою даного дослідження є вдосконалення технології сушіння а також:

- поліпшення якості продукції (збереження структури продукту, вдосконалення режимів сушіння, мінімізація хімічних змін у продукті, харчової цінності);

- зменшення екологічних загроз удосконаленої технології (мінімізація споживання енергії, зниження шкідливих викидів в атмосферу, підвищення безпеки);

- покращення техніко-економічних показників виробництва (зниження енергоспоживання, підвищення продуктивності, зменшення габаритів обладнання, спрощення управління процесом).

Сушені рослинні продукти мають тривалий термін зберігання і можуть використовуватися для виробництва широкого спектра продуктів. Для поліпшення якості сушених овочевих продуктів використовуються різні методи сушіння, зокрема конвекційна, сублімаційна та вакуумна.

Актуальність теми. Україна імпортує широкий спектр сушених продуктів, що робить внутрішнє виробництво вкрай проблематичним. Ринок сушених овочів дуже обмежений, а промислове виробництво не відповідає потребам ринку. Очевидно, що виробництво екзотичних сушених продуктів, придатних для клімату України, і скорочення імпорту економічно недоцільно.

Одним із найперспективніших сушених продуктів є калина. Сушена калина- дуже цінний поживний продукт, але, на жаль, її виробництво в нашій країні незначне через складність і тривалість промислового виробництва.

Калина - цінна декоративна та їстівна рослина. Перші дані про хімічний склад жабриці було опубліковано 1844 року.

Нині більшість фітохіміків вважають іридоїдні глікозиди основними біологічно активними речовинами кори калини, що визначають специфічну фармакологічну активність лікарських засобів на основі цієї сировини.

Завдяки наявності фітонцидів плоди, кора, квітки та коріння калини використовуються як лікарська сировина.

З досліджень вітчизняних і зарубіжних учених випливає, що плоди дерев і чагарників, які ростуть у дикій природі, містять широкий спектр нутрицевтиків.

Плоди калини містять цукри (до 32 %), дубильні речовини (до 3 %), пектин, ефірні олії, фітостерини, амінокислоти, вітаміни (аскорбінову кислоту, каротиноїди, вітаміни Р і К) та органічні кислоти.

Вібурум також містить мікроелементи, такі як селен - рідкісний елемент, що зміцнює імунну систему. Крім того, в ньому містяться мідь, цинк, хром і бор.

Енергетична цінність плодів калини зумовлена наявністю білкових компонентів і ліпідів.

Встановлено, що м'якоть калини містить значну кількість поліненасичених жирних кислот: у ліпідах, виділених із кори калини, ідентифіковано десять вищих жирних кислот С14-С26. Цінність плодів калини як їстівної та лікарської сировини визначається якісним складом і кількісним співвідношенням нутрицевтиків – аскорбінової кислоти, Р-активних поліфенолів, каротиноїдів та інших вітамінів і мікроелементів. Наявність аскорбінової кислоти - одна з ключових умов, що визначають лікарську та харчову цінність плодів калини.

Плоди мають характерний ароматний і гіркуватий смак, який зникає при заморожуванні.

Плоди використовують у соках, лікерах, настоянках, винах, желе та кислих екстрактах. Їх також використовують у начинках для пирогів і як приправу до м'ясних страв. Плоди також додають у квашену капусту.

Завдяки високому вмісту пектину його також використовують у мармеладах. Насіння плодів має тонізувальні властивості й іноді використовується як замітник кави.

Мета роботи: Удосконалення технології отримання сухого порошку з плодів калини.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити **наступні задачі:**

– проаналізувати літературні джерела, що описують сучасний стан виробництва сушених фруктів;

– вибрати сорт калини;

– визначити вихідні показники плодів калини;

– визначити раціональну температуру та тривалість сушіння;

– дослідити кінетику сушіння калини;

– дослідити та проаналізувати якісні показники отриманих результатів.

Об'єкт дослідження – технологія сушених ягід.

Предмет досліджень – технологія сушіння калини з метою отримання сухого порошку.

Методи дослідження – експериментальні дослідження проводили із застосуванням органолептичних та фізико – хімічних методів аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті комплексного аналітичного та експериментального дослідження було отримано результати експериментального значення.

Особистий внесок магістранта полягає в підборі, вивченні та аналізі літературних джерел, в теоретичному обґрунтуванні процесу розроблення технології сушеної калини і підборі методик для досліджень, проведенні експериментальних досліджень, аналізі та узагальненні результатів.

Ключові слова – калина, сушіння, натуральний сухий порошок, температура, тривалість, масова частка вологи, осмотичне зневоднення.

Структура роботи. Зміст магістерської роботи викладено на сторінках друкованого тексту. Робота складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, що включає 112 бібліографічних джерел. Робота ілюстрована 11 рисунками і 15 таблицями.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Сучасний стан ринку продукції ягідних культур України

Культивовані та дикорослі та ягоди, якими багаті сировинні ресурси України, є справжньою скарбницею біологічно активних речовин. Вони мають чітко виражену фізіологічну дію на людський організм. Новітніми дослідженнями доведено, що не тільки наявністю вітамінів С, Е, β -каротину стримується розвиток хвороб старіння, але й завдяки іншим фітохімічним сполукам, які мають високі антиоксидантні властивості. І саме плоди та ягоди містять найактивніший комплекс цих речовин.

Однією з перспективних ягід для харчової промисловості являється калина. За корисністю калина не поступається шипшині, обліпсці й чорній смородині (табл. 1). Вітаміну С у ній більше, ніж в лимонах майже в півтора рази, а солей заліза – в п'ять. Лікувальні властивості калини складають вітаміни, які містяться у ній (А, С, Р, К, Е), мікроелементи та інші корисні речовини: пектини, фітонциди, амінокислоти.

Таблиця 1.1.

Середній хімічний склад плодів калини

Показники	Вміст, г/100 г
білки	0,4
жири	1,5
вуглеводи	6,5
органічні кислоти	1,4
харчові волокна	0,54
вода	89,6
зола	–

Вживають плоди калини після попереднього підморожування, коли вони втрачають гіркий смак та токсичні властивості. У домашній кухні з плодів калини готують начинку для випічки, киселі, пастилу, приправи до м'ясних страв. Плоди калини вважаються цінною сировиною для

виробництва сиропів, морсів, цукатів, напоїв тощо. Тому ягоди калини звичайної є перспективною сировиною для харчової промисловості.

Для промислового використання найперспективнішим є попереднє сушіння калини так, як сушені продукти краще зберігаються без додаткових умов, простіше транспортуються й зручніші в технологіях. Також у сушеному вигляді ягоди зберігають свої корисні якості.

Якісні характеристики надзвичайно важливі для виробництва нових промислових продуктів із заданими властивостями або поліпшення якості вже існуючих. Умови сушіння та фізико-хімічні зміни, що відбуваються під час сушіння і регідратації, впливають на якість обводнених продуктів. Регідратацію можна розглядати як міру пошкодження матеріалу, спричиненого сушінням та попереднім обробленням.

Сьогодні споживання ягідних продуктів є глобальним трендом здорового способу життя: виробництво ягід у ЄС та країнах, які є найбільшими постачальниками на європейський ринок, за останні п'ять років збільшувалося в середньому на 6 % щорічно. Україна має можливість стати великим виробником і постачальником традиційних і найбільш популярних ягідних культур, таких як полуниця (садова суниця), малина, чорна смородина, агрус, лохина та ожина, які в основному експортуються на європейські ринки.

Інші перспективні напрямки експорту включають виробництво органічних ягідних продуктів, вирощування нішевих ягідних культур, таких як актинідія, жимолость і лимонник, і суперфудних ягід, таких як чорниця, обліпиха, ожина, калина, лохина, журавлина і чокер. Нижче наведено приклади таких культур.

Таким чином, існує можливість збільшити експорт ягід з України на європейський ринок. Це особливо важливо в контексті створення поглибленої та всеосяжної зони вільної торгівлі між Україною та ЄС [1].

У 2022 році обсяг ринку фруктів і ягід перевищить 250 мільйонів доларів США (ягоди і кісточкові фрукти: вишня і черешня разом узяті) [2]. В

Україні 2021 року зібрав 2 235 тис. т плодівих і ягідних культур, на 10 % більше, ніж у 2020 році. Проте рекомендоване споживання ягід в Україні (4 кг на людину на рік) залишається значно нижчим за європейський рівень (36 кг). Виробництво ягід в Україні зростає в 1,5...2 рази швидше, ніж споживання. Ринок швидко насичується, поліпшується якість і розширюється асортимент, але купівельна спроможність населення залишається низькою.

У 2022 році площа вирощування полуниці становила 9 га, а виробництво – 61,2 тонни. Україна посідає сьоме місце в Європі за виробництвом полуниці, становлячи 6 % від світового виробництва. У 2022 році більша частина експорту в ЄС припадає на заморожені ягоди (виручка від реалізації 9,4 млн доларів США), за ними йдуть свіжі ягоди (3,1 млн доларів США). У 2022 році загалом близько 29 000 тон українських заморожених ягід, що на 70 % більше, ніж попереднього року; за 11 місяців 2023 року Україна експортувала більше ніж 38 000 тон. Основними країнами-споживачами українських заморожених ягід є Польща (3,4 млн доларів США), Німеччина (1 млн доларів США), Австрія (0,7 млн доларів США), Нідерланди (0,5 млн доларів США) і Франція (0,4 млн доларів США).

Україна посідає третє місце у світі з виробництва заморожених дикорослих ягід. Основними статтями експорту є чорниця, журавлина і лохина, при цьому 75 % заморожених дикорослих ягід поставляється до Франції, Німеччини, Литви та Польщі.

Щодо свіжих ягід, то 2022 року Україна експортує більшу їхню частину до Польщі (1,6 млн доларів США) і Нідерландів (1,4 млн доларів США). Фактори, які роблять український ринок ягід експортно-орієнтованим, включають сприятливі кліматичні умови для виробництва, близькість до ринку ЄС, висока якість продукції, економія на витратах за рахунок девальвації гривні, конкурентоспроможні ціни та дешева робоча сила, що сприяє виробництву чорниці, ожини, лохини та малини. Нижче перелічено основні причини цього. Механізувати збір елітних ягід, таких як малина

Лемонтанг, абсолютно неможливо. Тому Україна має перевагу в масштабах промислового виробництва ягід за рахунок низької вартості ручної праці.

Ціни на українську ягідну продукцію на зовнішніх ринках на 30 % вищі, але лише 8 % вирощеної ягоди експортується. Наприклад, 2022 року закупівельна ціна на малину у трейдерів, які готують партії на експорт, становила 2,5...3,5 євро за кг. У прямих контрактах з європейськими переробниками органічної продукції ціна на малину, охолоджену до 5°C, становить до 10 євро/кг. Ціни на малину, заморожену відповідно до європейських стандартів, ще вищі – 15...20 євро/кг. На відміну від цього, ціна на свіжі ягоди на внутрішньому ринку становить 1,4...1,7 євро/кг.

Близько 80 % органічної ягідної продукції вирощується в домашніх господарствах і на невеликих фермах. Багато з цих господарств беруть участь у проєктах із впровадження органічного землеробства в Україні та співпрацюють з іноземними компаніями, переважно німецькими.

Обов'язковою умовою для початку виробництва органічних ягід є те, що земля не оброблялася хімікатами щонайменше протягом останніх трьох років (у ЄС – п'ять років). Крім того, для вирощування сертифікованої продукції потрібні ті самі засоби обробітку рослин і добрива, що й для органічних розплідників. В Україні сертифіковано такі види органічних ягідних культур: малина, ожина, полуниця, чорниця, нетреба, журавлина, вібурнум, кизил, дрібна ягода (алича), бузина; свіжі, сушені та заморожені ягоди, продукти переробки ягід (варення, сиропи, соки, консерви тощо).

Таким чином, за останнє десятиліття лохина з рідкісної та маловідомої нішевої культури перетворилася на одну з найбільш вирощуваних і перспективних культур в Україні. Незважаючи на високу вартість розплідника і тривалий період (до п'яти років) до першого плодоношення, цей фрукт є дуже прибутковою культурою. Ціни на нього ніколи не опускаються нижче 2,8 євро за кг, а в несезон ціна становить 9,5 євро за кг. Щоб наситити внутрішній ринок, необхідно посадити близько 6...8 000 га за наявної площі в 1 000 га. У 2022 році максимальний експорт лохини з

України до країн ЄС становитиме 700 т (300 т у 2023 році), а основними покупцями будуть Нідерланди та Велика Британія. Основними покупцями є Нідерланди та Велика Британія.

Продукція з традиційних українських культур, таких як агрус, червона смородина, біла смородина, обліпіха, вібурнум і навіть ожина, залишається нішевою через обмежений попит навіть за преміальними цінами.

Останнім часом у Європі набирає популярності так звана снекова продукція із сушених органічних ягід. У Європі також зростає попит на «суперфрукти», які є корисними в косметиці, кондитерських виробках і здоровому харчуванні. Суперфрукти містять велику кількість клітковини, вітамінів, мінералів, антиоксидантів, пектину та інших поживних речовин, які допомагають зберегти здоров'я і молодість організму. В Україні є всі традиційні ягоди, що входять до складу суперфруктів [3].

Аналіз літературних джерел. У нашій флорі є ціла низка корисних видів рослин, які мало або зовсім не використовуються. Їхні форми дуже різноманітні. Багато з них можуть бути введені безпосередньо в культуру, а деякі - перетворені на чудові культурні рослини шляхом селекції. До таких видів належить калина, який цінний як їстівна, лікарська, ґрунтозахисна та декоративна рослина, а також є хорошим медоносом. Рід *Viburnum L.* включає близько 220 видів рослин, поширених у Євразії, Північній Америці та Північній Африці. Більшість із них - вічнозелені та листопадні чагарники або невеликі дерева. Тривалість їхнього життя становить 50-60 років. Всі види вібурнума дуже декоративні, і існує безліч сортів. Їх можна використовувати для всіх типів посадок [1, 2].

Останніми роками в нашій країні значного розвитку набуло лікарське садівництво - новий напрямок у садівництві. Завдання лікарського садівництва - вирощувати культури, здатні не тільки лікувати, а й запобігати різним захворюванням. Близько 40 % усіх ліків отримують із рослин. Майже половину з них отримують із дикорослих рослин, зокрема із жабника. Наші пращури знали про його корисні властивості з давніх часів, і в лікувальних

цілях використовували всі частини дерев і чагарників, включно з листям, корою і ягодами. Сьогодні її вирощують як декоративну рослину, а завдяки селекції з'явилися і сорти з солодкими плодами.

1976 року Г. Вигоров і співавтори повідомили про наявність вібурніну в плодах *Viburnum opulus* L. Гідроліз виділених глікозидів дав глюкозу і манозу, мурашину, оцтову, валеріанову та ізовалеріанову кислоти. Також встановлено, що плоди калини є джерелом вітаміну К, вітаміну С і каротиноїдів [4]. Аскорбінова кислота (вітамін С) має сильні антиоксидантні властивості. Фахівці Івано-Франківського об'єднання "Карпатоградархіпром" розробили рецептури та технології приготування специфічних продуктів і напівфабрикатів лікувально-профілактичного призначення на основі калини. Науковці Івано-Франківського державного медичного університету розробляють нові високоефективні препарати на основі калини. Кафедра економічної теорії імені З. Маніва Івано-Франківського юридичного університету імені Данила-Халицького спільно з фахівцями харчової промисловості та лісового господарства вивчає можливість використання дикорослих плодів, ягід і грибів Карпат для виробництва лікарських засобів [5].

Калина є високоефективною сировиною для переробки та має широкий спектр застосування в харчових продуктах [6]. Наприклад, сік калини з медом є популярним інгредієнтом у різних соусах, приправах та алкогольних напоях. Він також використовується в народній медицині. Наприклад, відвар калини протягом століть використовували як ефективний засіб для лікування ранніх стадій гіпертонії. Відвар або настій ягід ефективний у разі виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки.

Після переробки плодів калини на пюре залишається 30...35 % вичавки (шкірки і насіння). Порошок, отриманий із вичавки, містить велику кількість катехінів, які можуть бути використані як стабілізатор основного бурякового пігменту для отримання червоного харчового барвника. На смак він солодкий, кислий і злегка гіркуватий. Барвник стабільний у кондитерському

виробництві за будь-якого значення рН [7]. Калинова олія – це тип нейтрального ліпиду, що містить 0,015 % вітаміну Е і 0,005 % каротиноїдів, з яких 0,002 % припадає на β -каротин.

Сьогодні до рецептури бісквітів входять овочеві порошки, насіння соняшнику та льону, морквяні та яблучні пюре, соки та сиропи. Оскільки готове печиво містить фруктов-ягідний порошок, його хімічний склад збагачений найважливішими мікронутрієнтами: вітамінами (С, В₁, В₂, РР, А, Е), бетакаротином, мінеральними речовинами (К, Na, Ca, Mg, P, Fe), незамінними амінокислотами, харчовими волокнами та поліфенольними сполуками. Збагачений.

Переваги використання порошоків порівняно з іншими напівфабрикатами (концентратами соків, екстрактами, пюре та сиропами) - зручність транспортування, кращий термін зберігання та вищий вміст поживних речовин на одиницю ваги. Порошки калини, насіння, гілок, листя, кори та коріння можна використовувати у виробництві різноманітних настоянок, напоїв та чаїв, а також змішувати з іншими порошками та використовувати як інгредієнти фармацевтичних препаратів, харчових добавок та наповнювачів для виробництва продуктів з лікувальною та профілактичною метою [8]. Тому вивчення можливості використання порошку вичавки плодів вібурнума в технології хлібобулочних виробів є актуальним завданням сьогодення.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз наукової літератури доводить актуальність і перспективність використання функціональних добавок рослинного походження як при комплексній переробці лікарської рослинної сировини, так і використання відходів харчової промисловості при впровадженні у харчовій промисловості.

1.2. Основні теоретичні положення процесу зневоднення

Сушені рослинні продукти мають тривалий термін зберігання і можуть використовуватися для виробництва різних харчових продуктів. Для поліпшення якості сушених продуктів рослинного походження використовують різні методи сушіння, у тому числі конвективне, сублімаційне та вакуумне. [9].

Під час конвективного сушіння тепло передається від джерела тепла до поверхні висушуваного матеріалу за допомогою теплоносія. Як теплоносій використовують повітря, інертні гази, вихлопні гази і перегріту пару.

Фізична сутність процесу полягає у видаленні вологи з матеріалу за рахунок різниці між парціальним тиском p_{pm} на матеріалі та парціальним тиском p_{ps} у навколишньому середовищі. Процес сушіння відбувається в умовах, коли $p_{pm} > p_{ps}$. Коли ці парціальні тиски рівні, настає рівновага і процес сушіння припиняється. Видалення вологи з поверхні тісно пов'язане з дифузією вологи всередині матеріалу до поверхні. Ці два процеси мають суворо збігатися, інакше може статися висихання, викривлення поверхні матеріалу і погіршення його якості [10].

Таким чином, під час конвективного сушіння градієнт вологості переміщує вологу до поверхні, а градієнт температури дещо уповільнює цей процес. Різниця температур між поверхнею і внутрішньою частиною матеріалу змушує вологу переміщатися до центру, тобто в напрямку нижчої температури.

Рівноважний вміст вологи i , отже, перебіг процесу конвективного сушіння залежить від властивостей висушуваного матеріалу, природи пов'язаної з ним вологи і параметрів навколишнього середовища.

1.3. Основи тепло- і вологообміну

Одним з основних процесів сушіння вологих матеріалів є вологообмін. Цей процес охоплює фазовий перехід від рідини до пари, зовнішню дифузію, внаслідок якої відбувається переміщення водяної пари з поверхні матеріалу в навколишнє середовище, і внутрішнє вологоперенесення у вигляді рідини і

пари, що забезпечує надходження вологи з внутрішніх шарів матеріалу на поверхню.

Процес зовнішнього вологопереносу залежить від стану навколишнього середовища та його здатності поглинати водяну пару. Інтенсивність процесу сушіння залежить від швидкості видалення з поверхні матеріалу водяної пари, яка утворюється під час фазових перетворень [11].

Для теплообміну рушійною силою процесу є градієнт температури, для вологообміну - різниця парціальних тисків парів на поверхні матеріалу (p_m) і в навколишньому середовищі (p_w). Для сушіння має виконуватися нерівність $p_m > p_w$: у рівноважних умовах, коли $p_m = p_w$, процес вологообміну не відбувається, так само як не відбувається теплообмін за умови рівності температур поверхні тіла і навколишнього середовища. За певних температурних градієнтів усередині матеріалу волога може переноситися шляхом теплової дифузії.

Процес переміщення вологи всередині матеріалу визначається його теплофізичними властивостями, пористою структурою і формою зв'язку вологи з каркасом матеріалу. Цей процес взаємопов'язаний із зовнішнім вологопереносом і теплообміном [12].

Під час сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл, що містять гриби, вологоперенос відбувається у вигляді пари та рідини. Волога в рідкому стані переміщується через матеріал під дією капілярних сил та осмотичного тиску, а переміщення вологи в пароподібному стані зумовлене дією дифузійних сил. Рух вологи під дією капілярних і дифузійно-осмотичних сил називається вологопровідністю матеріалу, аналогічно теплопровідності. Вологопровідність - ширше поняття для дисперсій порівняно з внутрішньою дифузиею, тому що містить у собі рух вологи по капілярах, а також дифузійний рух проникної вологи і водяної пари.

Внаслідок випаровування води з поверхні сировини вміст вологи всередині сировини вищий, ніж зовні. Внаслідок градієнта вологовмісту, що виникає, Δu вода переноситься шляхом вологопровідності:

$$i_u = -k Y_c \Delta u \text{ (кг/м}^2 \cdot \text{с)}, \quad (1.1)$$

де i_u – питомий потік вологи, обумовлений вологопровідністю; k – коефіцієнт вологопровідності капілярно-пористого колоїдного матеріалу, м²/год; Y_c – питома вага абсолютно сухої речовини матеріалу, кг/м³.

Теплопровідність – один із видів перенесення теплоти, необоротний процес теплопередачі, зумовлений градієнтами температури. У загальному випадку теплопровідність також зумовлена неоднорідністю інших фізичних величин, таких як градієнти концентрації [13].

1.4. Сучасні та інноваційні технології виробництва сушених продуктів рослинного походження

Більшість харчових продуктів, у тому числі рослинні об'єкти, за природою є колоїдними, а за структурою – капілярно-пористими матеріалами, в яких волога пов'язана з твердим скелетом.

Сушіння є типовим нестационарним необоротним процесом, при якому вологовміст матеріалу змінюється як в об'ємі, так і в часі, і сам процес прагне до рівноваги.

Зневоднення може відбуватися без зміни агрегатного стану вологи - механічне зневоднення і контактний масообмін. Зі зміною агрегатного стану вологи йде теплове зневоднення, сутність якого - перехід рідини в пароподібний стан і перенесення пари в навколишнє середовище за рахунок випаровування.

Комбіноване зневоднення - теплове зневоднення при різкій зміні тиску. Існує два способи сушіння в залежності від природи теплоносія: природне і штучне.

Технологія природного сушіння - розміщення на спеціальних майданчиках, на стелажах, під навісами на дерев'яних лотках, або спеціальних сітках тонкого шару винограду, нарізаних часточками яблук, груш, вишні, сливи, інжиру, дині, з вологістю 18...25 %. Сушіння ведуть як на сонці, так і в тіні.

В даний час широко використовується сушка зі змішаним теплопідведенням (СТП-сушка). Розроблено технології СТП-сушіння картоплі, моркви, буряка, гарбуза, цибулі, солодкого перцю, баклажанів, зелені. Всі ці сушені продукти можна використовувати для швидкого приготування в побуті і в громадському харчуванні (на підприємствах швидкого обслуговування).

Отримують подальший розвиток такі особливі модифікації сушіння і досушки частинок маленьких розмірів, як флюїдизаційна, вібраційна та аерофонтанна. У південних регіонах країни широко застосовується сушка плодів і винограду в установках з акумуляторами сонячної енергії.

Аналіз динаміки процесу сушіння дозволив сформулювати варіант наукової концепції способу штучного зневоднювання, заснований на уявленнях про вплив природного пограничного шару на процеси переносу, як чинника, що лімітує зовнішній перенос. Основою для створення теорії і розробки принципово нового способу сушіння обрані сучасні досягнення нерівноважної термодинаміки, які дозволяють прогнозувати шляхи й процеси розвитку системи при взаємодії з навколишнім середовищем.

Новим перспективним напрямом в сушінні ягід, фруктів і овочів є виробництво сухих пюреподібних продуктів у вигляді крупки, пластівців, гранул і порошоків, що знаходять широке застосування у виробництві дитячого і дієтичного харчування, у громадському харчуванні та у індивідуальних споживачів.

Впровадження в плодосушильну промисловість прогресивних методів зневоднення харчових продуктів (сублімація, сушіння в киплячому і віброкиплячому шарі, термовипромінюванням, мікрохвильова, розпиленням) дозволить поліпшити якість сушеної продукції та розширити її асортимент.

Під час сушіння вологу з сировини можна видалити різними способами: механічним, фізико-хімічним і тепловим. При механічному способі вологу відтискають у пресах або в центрифугах. Фізико-хімічний спосіб ґрунтується на застосуванні вологовідбірних засобів і

використовується переважно в лабораторній практиці. Зневоднювальними засобами є сірчана кислота, хлористий кальцій, силікагель. При тепловому способі волога випаровується з поверхні матеріалу і дифундує в навколишнє повітря, виводить вологу із сушарки. Отже, сушіння – це термічний процес видалення вологи з матеріалів внаслідок її випаровування і дифузії.

Технологія сушіння, сушильне устаткування і далі будуть вдосконалюватися з метою підвищення якості і збереження властивостей висушеного матеріалу шляхом досягнення оптимальних умов тепловіддачі, оптимальної вологості повітря і розподілу повітряного потоку при одночасному забезпеченні високої швидкості.

Перспективною технологією попереднього оброблення перед сушінням являється осмотичне зневоднення. Воно стало визначним в якості альтернативи для підвищення якості сушеної продукції [14]. Є три типи масообміну, викликані різницею осмотичного тиску: перехід води з продукту в розчин, передача розчиненого з розчину в продукт, і вилуговування з продуктів власних розчинених речовин (цукру, органічних кислот, мінералів, вітамінів і т.д.), які впливають на склад кінцевого продукту (Raoult-Wack, 1994, Lewicki і Lenart, 1995). Осмотичне зневоднення в цілому було застосоване до ягід, фруктів і овочів (Raoult-Wack і ін. 1991).

1.5. Калина як перспективна сировина для харчової промисловості

У кожній країні є улюблене дерево, яке символізує її. Символом Японії - вишня, Канади - клен, України - калина.

Плоди калиним і корисні, і красиві. Немає такої хвороби, яку б не змогла вилікувати калина, і немає нічого, що не зміг би вилікувати продукт, виготовлений із неї. Коли в українській сім'ї народжувалася дівчинка, в саду було заведено садити калину [15]. Дівчинка і кущ калини росли і цвіли разом, приносячи радість своєю красою, і дарував здоров'я. Ягоди калини вирізняються високим вмістом органічних кислот, фосфору, магнію, марганцю, калію, міді, алюмінію, барію, стронцію, заліза, йоду, вітаміну С і дубильних речовин. Ця унікальна група мікроелементів дуже корисна для

організму. Відвар калини має седативну і тонізуючу дію і корисний під час лікування спазму судин, гіпертонії та неврологічних розладів. У народній медицині квітки калини використовували для зниження температури за застуди, для промивання горла, у разі бронхітів і бронхіолітів, а також для промивання гнійних ран відваром квіток. Відвар кори використовували як заспокійливий і протизапальний засіб у разі конвульсій та істерії, а відвар коріння калини – в разі алергії та безсоння.

Плоди калини збирають вручну в грона і укладають у легкі плетені ящики. Потім їх необхідно доставити в місце, де вони переробляються на напівфабрикати, такі як порошок з калини. Технологія виробництва порошку калини передбачає сортування стиглих, пошкоджених плодів і домішок. Ягоди промивають у холодній воді, відокремлюють домішки і сушать. Щоб повністю зберегти вітаміни, мікроелементи та інші корисні речовини, калину сушать у вакуумі за низької температури. Потім висушені ягоди подрібнюють і порціонують. Переваги порошку з калини перед іншими напівфабрикатами (концентратами соку, екстрактами, пюре і сиропами) – зручність транспортування, хороше збереження і високий вміст поживних речовин в одиниці ваги. Порошки з ягід, гілок, листя, кори та коріння полину можна використовувати для виробництва різних настоянок, напоїв і чаїв. Їх також можна змішувати з іншими порошками і використовувати як наповнювачі при виробництві ліків, харчових добавок і лікувально-профілактичних засобів [16]. Фахівці Івано-Франківського об'єднання "Карпатоградархіпром" спільно з вченими Івано-Франківського державного медичного університету розробляють технології та рецептури виготовлення лікарських і профілактичних засобів із використанням порошку калини. Зокрема, розроблена рецептура чаю "Делятин" містить понад 50 % порошку калини, що надає продукту притаманні ягодам лікувальні та профілактичні властивості. Чайний напій ароматний і приємний на смак, містить усі види біологічно активних речовин.

Згідно з рішенням Івано-Франківської обласної ради, у 2021 році регіональному лісомисливському господарству встановлений ліміт заготівлі калини в розмірі 7 тонн на рік. Якщо взяти за основу середній врожай калини на лісозаводі в Делятині, то регіон має в своєму розпорядженні можливості для заготівлі щонайменше 100 тонн калини на рік. З огляду на те, що в майбутньому щорічно збиратимуть 100 тонн калини, щонайменше половину сировини можна використовувати для виробництва 10 тонн порошку з калини на рік. Наразі українські компанії закуповують імпортований фруктовий порошок за ціною близько 45 євро за кг. Організувавши власне виробництво 10 тонн порошку калини на рік, компанія заощадить 450 тис. гривень іноземної валюти, яку можна спрямувати на придбання конкурентоспроможного технічного обладнання, підвищення технічного рівня власного виробництва та створення додаткових робочих місць.

Біологічно активні речовини, що містяться в нетрадиційній сировині, дають змогу коригувати технічні процеси та створювати продукцію, спрямовану на оздоровлення. Так, додавання порошку насіння калини до хлібобулочних виробів підвищує їхню харчову цінність і збільшує термін зберігання завдяки антиоксидантам, що містяться в порошок.

Калина є високоефективним інгредієнтом для переробки та має широкий спектр застосування в харчових продуктах [6]. Наприклад, сік калини з медом є популярним інгредієнтом у різноманітних соусах, приправах і при виробництві алкогольних напоїв. Він також використовується в народній медицині. Наприклад, відвар калини протягом століть використовувався як ефективний засіб для лікування ранніх стадій гіпертонії. Відвар або настій ягід ефективний у разі виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки. Сік калини з медом використовують для лікування хвороб печінки та шлунка, а також деяких видів раку.

Під час переробки плодів залишається 30...35 % віджатих виділень (шкірки та насіння). Порошок, отриманий з віджатих залишків переробки калини, містить велику кількість катехінів, які можуть використовуватися у

виробництві червоних барвників як стабілізатор основного бурякового пігменту. На смак він солодкий, кислий і злегка гіркуватий. Барвник стабільний за будь-яких значень рН у кондитерському виробництві. Олія з насіння ягід калини являє собою нейтральну ліпідну фракцію і містить 0,015 % вітаміну Е і 0,005 % каротиноїдів, з яких 0,002 % припадає на β -каротин [17].

Сьогодні для приготування бісквіта використовують рослинну олію [18], насіння соняшнику або льону, морквяне або яблучне пюре, сік або сироп. Оскільки готове печиво містить фруктовো-ягідний порошок, його хімічний склад збагачений найважливішими мікронутрієнтами: вітамінами (С, В1, В2, РР, А, Е), бетакаротином, мінералами (К, Na, Ca, Mg, P, Fe), незамінними амінокислотами, харчовими волокнами та поліфенольними сполуками.

Переваги використання порошоків перед іншими напівфабрикатами (концентратами соків, екстрактами, пюре та сиропами) полягають у зручності транспортування, кращому терміні зберігання та вищому вмісті поживних речовин на одиницю ваги. Порошки з калини, насіння, гілок, листя, кори та коріння можна використовувати у виробництві різноманітних настоянок, напоїв та чаїв, а також змішувати з іншими порошками та використовувати як інгредієнти у фармацевтичних препаратах, харчових добавках та наповнювачах для виробництва продуктів з лікувальною та профілактичною метою [19]. Тому вивчення можливості використання порошку м'якоті плодів калини в технології хлібобулочних виробів є актуальним завданням сьогодення.

1.5.1. Хімічний склад калини

Цінність калини пояснюється також великою кількістю корисних речовин. У ягодах містяться такі компоненти

– пектин (його називають «командним центром людського організму») – очищає клітини та кров від токсинів, пестицидів і

радіоактивних елементів, знижує вміст холестерину, покращує обмін речовин і процес перетравлення та засвоєння їжі в кишечнику;

– дубильні речовини (до 3 %) - запобігають розвитку запальних реакцій, знищують патогенні мікроорганізми і віруси, сприяють загоєнню ран, саден і виразок;

– флавоноїди - підвищують активність ферментів, знижують проникність судин, покращують еластичність і прохідність;

– стероїдні та тритерпенові сапоніни - підвищують активність гормонів і ферментів, чинять протизапальну й адаптогенну дію, регулюють водно-сольовий і мінеральний обмін;

– органічні кислоти - яблучна, аскорбінова, ксерінова, ізовалеріанова, мурашина, лимонна та оцтова. Нормалізують усі види обміну речовин, перешкоджають утворенню вільних радикалів і захищають організм від впливу хвороботворних бактерій, вірусів і грибків [20];

– ліпіди - необхідні для утворення білків і гормонів;

– вітаміни - плоди калини містять більш ніж удвічі більше вітаміну С (187,9 мг%), ніж, наприклад, цитрусові, і однаковою мірою багаті на вітамін Р (900 мг%), А, Е і К. Відомо, що нестача вітамінів призводить до зниження імунітету, загального ослаблення організму, погіршення всіх видів обміну речовин, порушення роботи всіх внутрішніх органів та інших розладів;

– мінерали - плоди описуваних культур накопичують залізо (більше, ніж плоди інших ягідних рослин), кальцій, фосфор, калій, магній, мідь, нікель, марганець, йод, свинець, стронцій, бром та інші мікро- і макроелементи;

– глюкозид калини (70...100 мг%), до 32 % інвертного цукру.

Хімічний склад калини наведено в таблиці 1.2., 1.3.

Таблиця 1.2

Хімічний склад калини

Назва елемента	Кількість в 100 г продукту, %
Вода	82 ...81
Білки	0,35
Вуглеводи	5,2...6,3
Зола	0,7
Клітковина	2,1
Органічні кислоти	3,1
Харчові волокна	3,5
Пектин	1,1

Таблиця 1.3

Мінеральний склад калини

Назва елемента	Кількість в 100 г продукту, мг/г
Марганець	0,02
Мідь	0,35
Бром	0,11
Селен	9,68
Нікель	0,22
Стронцій	0,32
Срібло	0,07
Йод	0,08
Бром	3,1

1.5.3 Лікувальні властивості калини

Калина – високоефективна сировина для переробки, придатна для виробництва алкогольних напоїв, а також використовується в народній медицині. Наприклад, відвар калини вже багато століть використовують як ефективний засіб для лікування ранніх стадій гіпертонії. Відвар або настій ягід ефективний у разі виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки. Сік калини з медом використовують для лікування хвороб печінки та шлунка, а також деяких видів раку. Настоянкою калини лікують екзему, виразки, фурункули та карбункули.

Кору калини використовують для приготування відварів, настоянок і екстрактів, які довели свою ефективність у разі кровотеч і фіброміоми матки.

Відвари та настоянки квіток калини також ефективні в разі лікування запальних процесів, очищення ран і затримки росту в дітей. Систематичне вживання квіток калини, що за формою нагадують мініатюрні сердечка, рекомендується за наявності піску й каменів у печінці, нирках, сечовивідній системі та жовчному міхурі. У домашній кулінарії дуже смачна квашена капуста з калиною. Як начинка для пиріжків чудово підходить тушкований гарбуз із калиною.

Наші пращури вважали, що немає такого захворювання, за якого калина не була б корисною, і ця рослина найефективніша під час лікування:

– ГРВІ, грипу, ангіни, бронхіту та застуди загалом. Вона має протизапальні та потогінні властивості, зміцнює імунну систему і прискорює одужання;

– недуги травлення - сік і відвар корисні за гастритів, виразок шлунка, підвищеної кислотності, запальних захворювань печінки, жовчного міхура та інших органів. Крім того, сік стимулює виділення жовчі та шлункового соку, а відвар із ягід має заспокійливі та протизапальні властивості;

– серце і судини - нормалізує їхню роботу, знижує рівень холестерину в крові та зміцнює судини. Спиртову настоянку і відвар ягід рекомендують у разі гіпертонії, стенокардії, болю в серці та атеросклерозу;

– недуги нервової системи - сік і свіжі плоди також дуже ефективні в разі головного болю, безсоння, неврозів, істерії та судом. Високий вміст вітамінів і мінералів; заповнює дефіцит в організмі, знижує кров'яний тиск і нормалізує обмін речовин.

Корисний у разі захворювань нервової системи;

– шкірні захворювання - відвари кори і ягід знімають запалення, свербіж і почервоніння шкіри та ефективні за таких шкірних захворювань, як екзема, псоріаз, фурункульоз і алергічний дерматит. Дубильні речовини й органічні кислоти знищують хвороботворні мікроорганізми та сприяють загоєнню ран, саден і виразок;

– запальні захворювання нирок і сечовивідних шляхів - фруктові соки та настоянки рекомендують у разі пієлонефриту, циститу й уретриту;

– гінекологічні захворювання - сік і свіжі плоди можна використовувати в разі менструальних спазмів і рясних менструацій, запальних захворювань жіночих статевих органів та ерозій шийки матки.

1.6. Висновки

1. Сучасний ринок сушених продуктів відчизняного виробництва представлений такими овочами, як морква, картопля, цибуля, пастернак, селера та зелений горошок. Виробництво обмежується невеликою кількістю сушених плодів і ягід. Класичні технології сушіння мали значний вплив на сучасні методи, оскільки їхня теоретична база є основою для нових розробок.

2. Ягоди калини є високоефективною сировиною харчової промисловості у виробництві сиропів, морсів, цукатів, напоїв тощо. Для промислового використання найперспективнішим є попереднє сушіння калини так, як сушені продукти краще зберігаються без додаткових умов, простіше транспортуються й зручніші в технологіях.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт дослідження: технологія отримання сухого порошку із плодів калини.

Предмет дослідження: технологія сушіння ягід калини конвективним способом.

Матеріали дослідження: ягоди калини.

2.1. Схема проведення досліджень

Відповідно до поставлених завдань було розроблено програму експерименту (рис. 2.1).

Для забезпечення послідовності робіт було розроблено загальний план, що включав аналітичний огляд літератури та дослідження органічних, фізичних і хімічних параметрів сировини.

Експериментальне дослідження проводилося у 2022-2023 рр. у лабораторії кафедри технології консервування НУХТ. Роботу проводили в послідовності, представлений на блок-схемі (рис. 2.1).

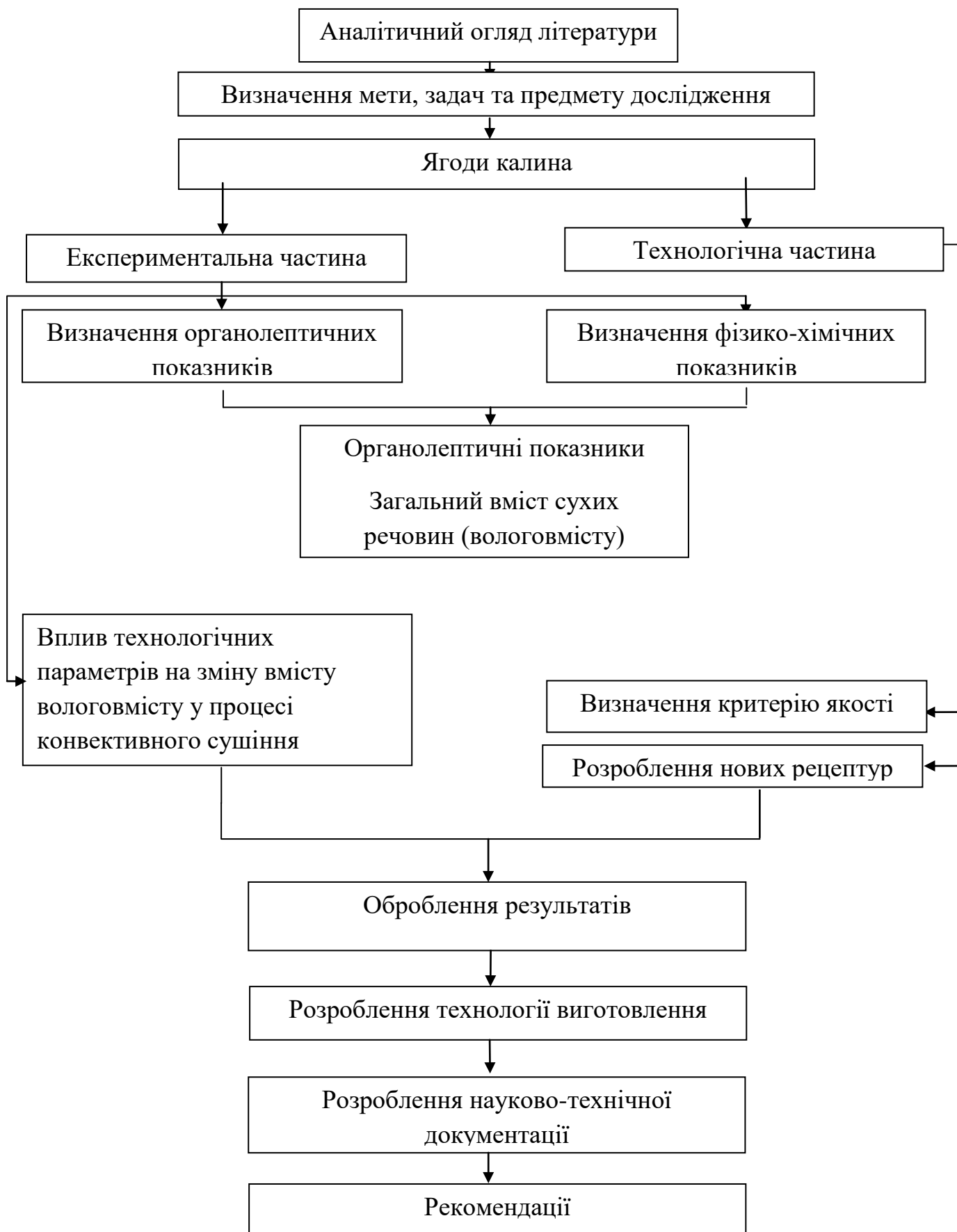


Рис 2.1. Блок-схема проведення досліджень

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Визначення фізико – хімічних і органолептичних показників калини.

Оцінку якості вихідної сировини та готової продукції проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Оцінку органолептичних показників калини визначали за ДСТУ 8474:2015 Плоди калини звичайної. Технічні умови [21].

Методи визначення фізико – хімічних показників:

1. визначення масової частки розчинних сухих речовин прискореним методом із використанням вологоміра Cizova

Масову частку розчинних сухих речовин визначали термогравіметричним методом за ДСТУ 8402:2015.

Вміст сухої речовини визначали методом висушування. Згідно з цим методом, вміст сухої речовини визначається за різницею в масі подрібнених ягід калини до і після сушіння.

Підготовка паперових пакетів. Паперові пакети виготовляються з аркуша ротаційного паперу розміром 20×14 см. Його складають навпіл і відкривають пакет із трьох боків, підгинаючи краї на 1,5 см. Розмір отриманого пакета - 8×11 см; він зроблений із чотирьох складених учетверо аркушів фільтрувального паперу розміром 11×25 см.

Обладнання вмикається за 20...30 хвилин до початку сушіння і нагрівається до 150...152 °С. Паперові пакети із закладками сушать у вологомірі за температури сушіння продукту протягом 3 хв. Потім їх охолоджують у ексикаторі протягом 2...3 хв і зважують на терезах із точністю ±0,01 г. Потім з аналізованої проби продукту відбирають пробу масою 5 г, тонким і рівномірним шаром розподіляють її на всій внутрішній поверхні пакета на вкладці та зважують. Обидва пакети сушать одночасно. Після висушування до постійної маси пакети поміщаються в сушильну шафу на 5 хвилин і зважуються з точністю ±0,01 г.

Для більшої точності рекомендується паралельно відбирати дві проби з одного зразка. Різниця між паралельними вимірами не повинна перевищувати 0,5 %.

Середнє арифметичне двох паралельних вимірювань, розраховане з точністю до 0,01 %, вважається остаточним результатом випробування.



Рис. 2.2. Пристрій Чижової для визначення СР

2.2.2. Методика проведення досліджень

Для досліджень використовували ягоди калини сорту «Гранатовий браслет» зібрані на Полтавщині. Плоди збирали у кінці вересня 2022 року безпосередньо з кущів, промивали та сортували для отримання однорідних зразків за розміром. Сировину зберігали перед експериментами у побутовому холодильнику кафедри технології консервування Національного університету харчових технологій.

Процес зневоднення проводили в лабораторній сушильній камері DHG-9000 A з регуляторами температури ($+10...250 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) та швидкості подачі сушильного агенту (0,1...2,0 м/с). Сушіння проводили за температур сушильного агенту 55, 70 і 85 °C і швидкості циркуляції повітря 0,5 м/с. Початкова кількість сировини, яка використовувалась для кожного

експерименту, була постійною та визначалася відповідно до потужності системи. Під час процесу сушіння регулярно контролювалась масова частка вологи у зразках і зневоднення припинялось коли її значення ставало меншою за 15 %,

Для визначення водоутримувальної здатності зразок сухого продукту масою (до 3,0 г) зважували і заливали у пробірці дистильованою водою відповідної температури. Насичення вологою здійснювали за температури 20 °С, при перемішуванні через кожні 5 хв. Надалі центрифугували протягом 10 хв. Величину водоутримувальної здатності визначали як співвідношення між кількістю води, яка утримує волокна і яка залишається в пробірці після центрифугування, та відповідною кількістю сухих речовин (точність ± 1 г води/г СР).

Конвективне зневоднення проводили на сушильній установці DHG-9000 (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Сушильна установка DHG-9000

1 – кнопка ввімкнення, 2 – табло регулювання температури, 3 – кнопка ввімкнення вентилятора, 4 – регулятор інтенсивності циркуляції повітря, 5 – сушильна камера.

Шафа призначена для термічної обробки матеріалів в повітряному середовищі. Можливе використання для стерилізації, сушіння та зберігання . Мікропроцесорний контролер температури, таймер 1...999 хв. Камера з нержавіючої сталі , регульована відстань між полицями. примусова конвекція повітря в камері шафи. Об'єм камери – 50 л. Температурний діапазон, 0176С – +5...250. Стабільність температури, °С – ±1,0 Потужність споживання: 850Вт/1100 Вт. Напряга живлення: 220В/50Гц Внутрішні розміри (Ш×Г×В, мм): 420×395×350 . Зовнішні розміри (Ш×Г×В , мм): 700×610×520.

Попереднє осмотичне зневоднення ягід каліни проводили на лабораторній установці ІКА LR-2.ST the Versatile, яка складається з реакторної посудини з подвійною стінкою ІКА LR 2000.1, мішалки з вбудованою функцією вимірювання температури й індикатором тенденцій зміни крутного моменту ІКА EUROSTAR 100 control та циркуляційного термостату Fisher Scientific Isotemp 6200 H11.

2.3. Висновки

1. Для наукових досліджень використали сучасні методи та лабораторне обладнання кафедри технології консервування (сушильну установку DHG-9000 і реактор ІКА LR-2.ST the Versatile).

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ МАСОВОЇ ЧАСТКИ КАЛИНИ ПІД ЧАС ЗНЕВОДНЕННЯ

3.1. Оцінка технологічних показників свіжих плодів калини

Плоди калини - непридатний для переробки матеріал з погляду ваги окремих компонентів - соку, пюре, насіння і шкірки.

Технічні характеристики плодів калини відіграють важливу роль у їхній переробці. Вони визначають вихід продукту, утворення використаних і невикористаних відходів, продуктивність устаткування і технічних операцій, а також властивості продукту, що переробляється [21].

Технічні характеристики плодів калини *Viburnum vulgare* характеризуються показниками, представленими на рис. 3.1.

Найбільший вихід соку отримано з плодів калини сортів Гранатовий браслет (63,0 %), Київська садова (62,0 %) і Червоний корал (62 %), а пюре - із сортів Ульген (80 %) і Київська садова (81%), Гранатовий браслет (81 %) із плодів вібурнума сортів Ульген (82 %), Київська садова (80 %). Відходи (насіння і шкірки) становлять 10...14 %. Вихід соку становить 3...15 %, м'якоті – 5...17%, а насіння і шкірки - на 1...5% нижче [6].

Таблиця 3.1

Технологічні властивості плодів деяких сортів калини

Сорти	Масова частка, %			
	соку	м'якоть + сік	кісточки	шкірки
Тайгові рубіни	51	74	15	10
Київська садова	58	81	14	10
Ульген	59	83	11	12
Зірниця	54	71	12	11
Гранатовий браслет	65	81	11	11
Червоний корал	64	76	12	11

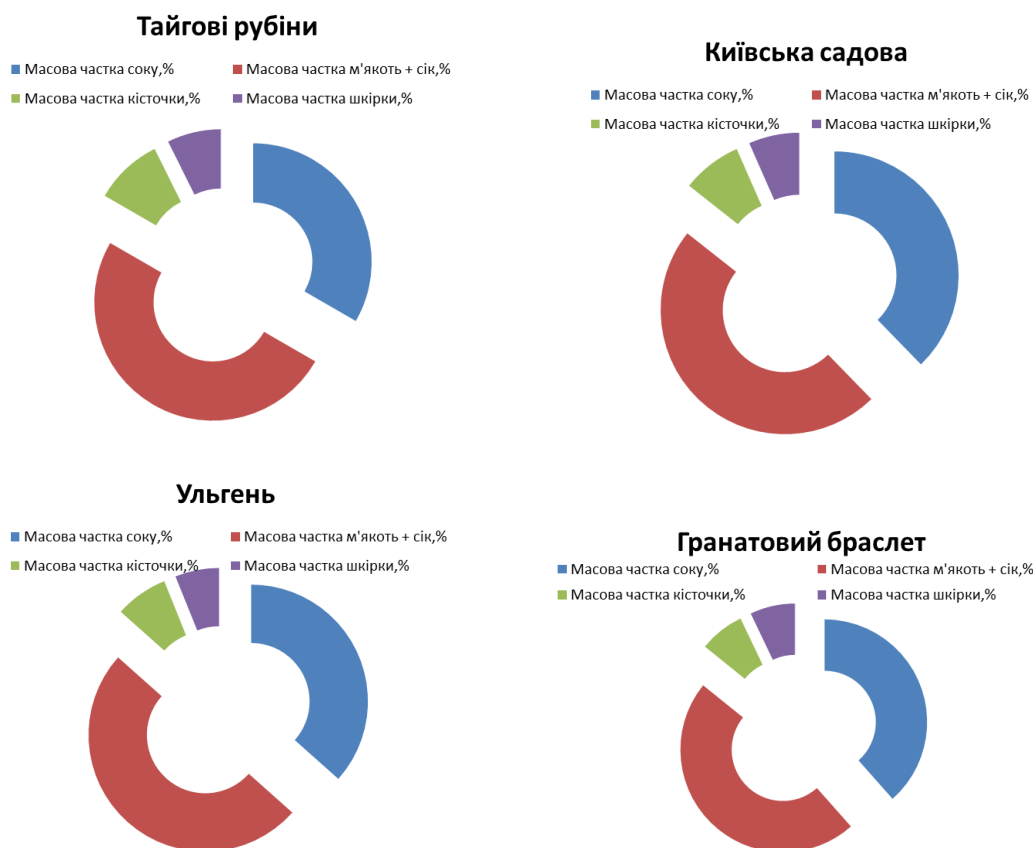


Рис. 3.1. Технологічні властивості плодів деяких сортів калини

За розробленою рецептурою з усіх вивчених сортів плодів калини роду *Viburnum* можна отримувати нові види продукції на їх основі. Сорти калини придатні для виробництва окремих видів продукції: сиропів, желе, фруктових напоїв - Гранатовий браслет, Київська Садова, Червоний Корал; сорти калини придатні для виробництва конфітуру, цукатів, смородинових цукерок, цукатів: Урген, Київська Садова, Гранатовий браслет. Насіння і шкірки калини також використовуються для фруктових напоїв, порошок для драже і чаю.

3.2. Дослідження хімічного складу і харчової цінності плодів калини звичайної досліджуваних сортів

Харчова цінність плодів калини визначається їхнім хімічним складом. Були проведені дослідження за такими показниками: масова частка розчинних сухих речовин, органічні кислоти, харчова клітковина, вітамін С,

Р-активність (флавоноїди, антоціани) та антиоксидантна активність за стандартними та загальноприйнятими методиками.

Вміст сухої речовини відіграє важливу роль у порівняльній оцінці якості плодів, оскільки впливає на вихід кінцевого продукту. Аналіз літератури показує, що на накопичення вмісту сухої речовини впливають умови вегетації, росту і час збирання плодів.

Плоди всіх вивчених сортів калини характеризуються високим вмістом сухої речовини, середня масова частка якої становить 20,3...23,7 %.

Найбільшим вмістом сухої речовини вирізнялися плоди сортів Київська Садова (23,7 %), Ургень (22,7 %) і Гранатовий браслет (22,1 %). У контрольних сортів вміст сухої речовини становив у середньому 17,1 %. Зазначено, що масова частка сухої речовини варіює з року в рік в одного й того самого сорту, що може свідчити про вплив кліматичних умов на накопичення сухої речовини. Розчинні сухі речовини (РР) включають цукри, органічні кислоти, аскорбінову кислоту, Р-активні сполуки, дубильні та фарбувальні речовини, розчинний пектин і мінеральні солі, кількісний вміст яких дуже залежить від сорту та кліматичних умов. Цей показник має найбільший вплив на смак і аромат плодів [23].

За вмістом розчинних сухих речовин лідирують сорти Ургень, Зірниця і Гранатовий браслет, масова частка яких становить 19,2 %, 18,6 % і 18,2 % відповідно [24].

Наявність органічних кислот у плодах калини не тільки підвищує їхню стійкість до хвороб і шкідників, а й покращує їхні технічні можливості в процесі переробки.

Згідно з літературними даними, цукри є основним джерелом енергії, необхідної для різних фізіологічних процесів у клітинах. Цукор визначає харчові властивості свіжих плодів вібурума та продуктів їх переробки.

Вміст і склад цукрів у плодах калини виражається як відношення загального цукру до інвертного цукру, глюкози, фруктози та сахарози (табл. 3.2).

Вміст і склад цукрів в плодах калини звичайної

Сорти	Масова частка і склад цукрів, %		
	фруктоза / глюкоза	сахароза	загальний
Контроль	6,3/ 1,8	0,02	8,2
Тайгові рубіни	9,0/2,0	0,15	11,7
Київська садова	10,0/2,8	0,08	13,0
Ульгень	7,7/2,1	0,05	9,6
Зірниця	7,5/1,9	0,03	9,3
Гранатовий браслет	8,8/2,1	0,07	11,3
Червоний корал	8,1/2,1	0,09	10,2

Дослідження показало, що між сортами калини існують відмінності за вмістом загального цукру. За досліджуваній період найбільший вміст цукрів відмічено у сортів Київська Садова (12,8 %) і Тайговий рубін (11,0 %). У плодах елітного сорту калина (контроль) вміст цукрів становив у середньому 8,0 %, серед яких значно переважали фруктоза і глюкоза.

Пектинові речовини містяться майже в усіх рослинах. Їхні водні розчини утворюють желе в присутності цукрів та органічних кислот. Желеутворення є важливою властивістю рослинної сировини для виробництва різних видів продукції.

Середня кількість пектинових речовин у вивчених плодах калини становить 1,6...2,8 %. Такий вміст пектинових речовин відкриває можливості для використання плодів у виробництві желейних харчових продуктів. Найбільшим вмістом пектинових речовин вирізняються плоди сортів вібурнума Червоний корал і Гранатовий браслет.

Фрукти та ягоди є основним джерелом різноманітних біологічно активних речовин, особливо вітамінів, що не синтезуються організмом людини і можуть бути отримані тільки з їжі. Один із них – вітамін С (аскорбінова кислота), який необхідний для всіх окисно-відновних процесів у живих клітинах.

Вміст вітаміну С у плодах калини становить 108...172 мг/100 г.

Результати досліджень хімічного складу плодів і листя калини свідчать про те, що плоди ягід калини є перспективною сировиною для виробництва функціональних продуктів харчування завдяки поживним і біологічно активним речовинам, які містяться в них.

3.3. Дослідження процесу зневоднення плодів калини сорту «Гранатовий браслет» без попереднього осмотичного зневоднення

Дослідження процесу зневоднення плодів калини сорту «Гранатовий браслет» в лабораторній сушильній шафі DHG-9000 A за різних температур сушильного показали, що збільшення температури сушильного агента призводить до значного скорочення часу сушіння (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Зміна масової частки вологи ягід калини під час конвективного сушіння за різних температур сушильного агента, кг/кг (швидкість гарячого повітря 0,5 м/с)

Температура сушильного агента, °С	Тривалість сушіння, хв						
	0	240	480	720	960	1200	1920
55	0,89	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,23
70	0,89	0,75	0,5	0,28	0,14	–	–
85	0,89	0,5	0,13	–	–	–	–

Так, тривалість сушіння ягід калини становить понад 44 години за температури сушильного агента 55 °С і біля 7 годин — за 85 °С (див. табл. 3.3). Інтенсифікація процесу масоперенесення пояснюється появою надлишкового тиску в капілярах плодів за сталої швидкості сушіння, зумовленого збільшенням температури сушильного агента. Зменшення масоперенесення в період спадної швидкості сушіння спричинене утворенням щільного шару біля поверхні плодів та енергією руйнування міцного фізико-хімічного зв'язку вологи (рис.3.2). На рисунку 3.2 не показано час закінчення зневоднення.

Аналіз кривих зневоднення плодів калини (рис. 3.3) показують, що максимальна швидкість зневоднення досягається під час періоду постійної швидкості й становить при температурі сушильного агента 55 °С $2,4 \dots 0,5 \cdot 10^{-3}$ кг/(кг·хв), а при температурі 85 °С – $2,6 \cdot 10^{-3}$ кг/(кг·хв). Як видно з графіків (рис. 3.1 і 3.2), збільшення швидкості зневоднення призводить і до зменшення періоду постійної швидкості – так за температури 85 °С він становить менше 150 хв, а за температури 45 °С понад 6 годин.

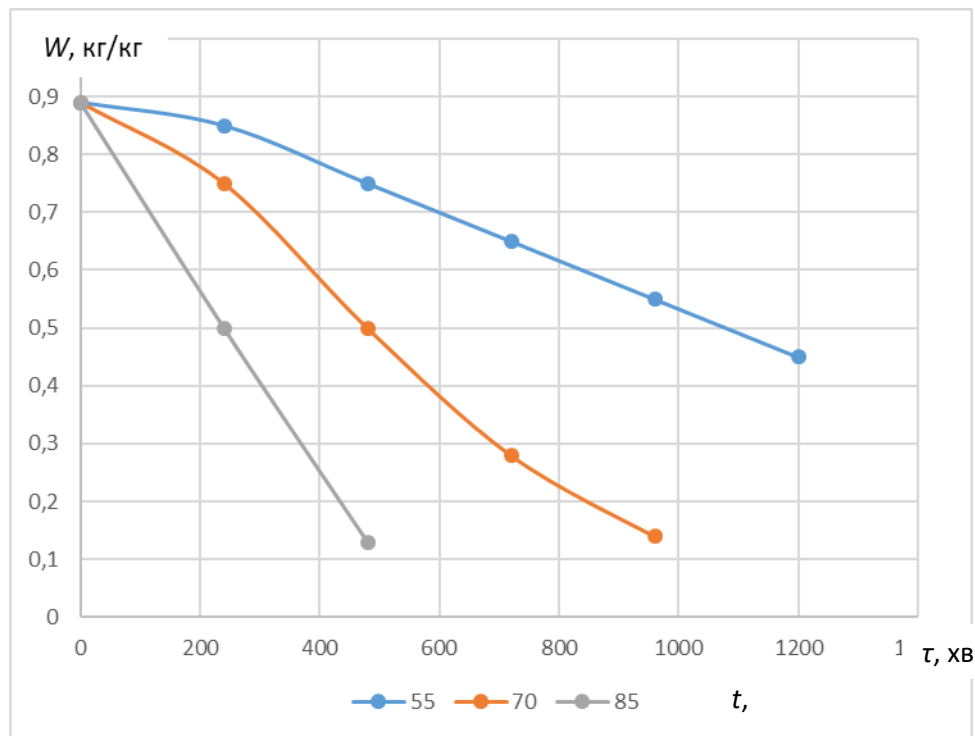


Рис. 3.2. Зміна масової частки вологи ягід калини під час конвективного сушіння за різних температур сушильного агента, кг/кг

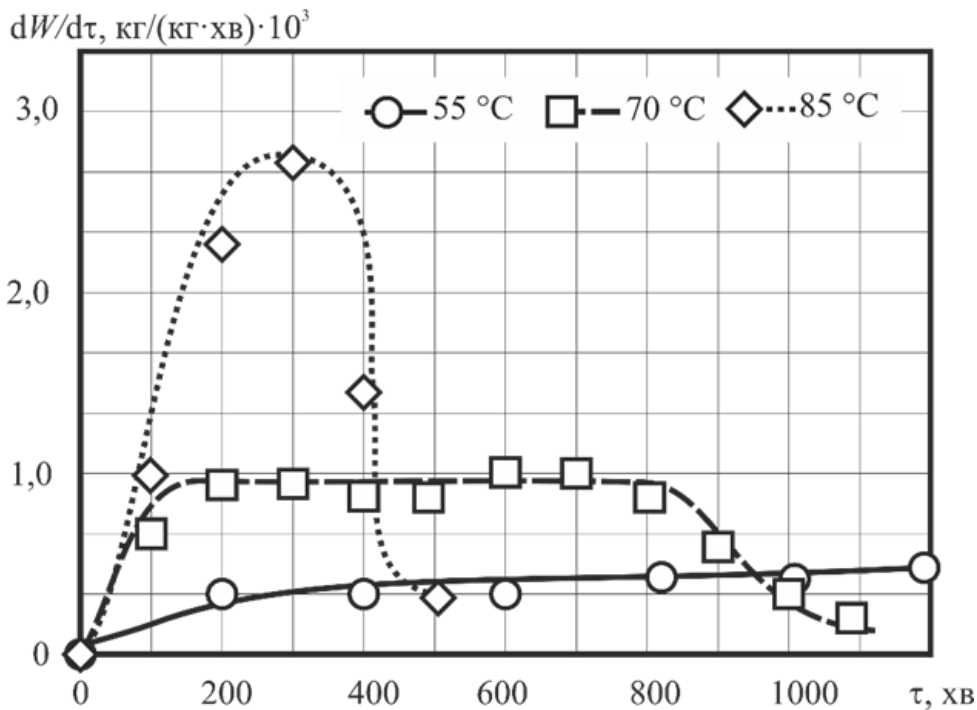


Рис.3.3. Швидкість зневоднення ягід калини сорту «Гранатовий браслет» під час сушіння за різної температури сушильного агента та швидкості 0,5 м/с

3.4. Дослідження кінетики осмотичного зневоднення ягід калини

Дослідження кінетики зневоднення плодів калини сорту «Гранатовий браслет» проводили за таких параметрів:

- температура цукрового розчину — 50, 70 і 90 °C;
- концентрація цукрового розчину — 40, 50 і 60 % СР.

Аналіз отриманих показав, що даних під час зневоднення ягід калини при температурі цукрового розчину 70 °C спостерігається три етапи проходження процесу (табл. 3.2).

Перший триває орієнтовно 30 хв і супроводжується незначним підвищенням масової частки вологи ягід. В цей період проходить часткове бланшування сировини, яке супроводжується зволоженням плодів калини (розчин 60 %СР). А також збільшення масової частки плодів (пов'язане з поглинанням вільної вологи з сиропу (табл. 3.3).

Другий триває від кінця першого і продовжується до 130...170 хв і характеризується постійним зменшенням масової частки вологи усіх зразків. В даний період відбувається осмотичне зневоднення сировини.

Третій починається після другого, масова частка вологи калини починає зростати. Даний етап супроводжується інтенсивним насиченням сировини цукром.

Дані з дослідження зміни вмісту сухих речовин в продукті (табл. 3.4) показують, що масова частка води постійно зменшується.

Таблиця 3.4.

Зміна масової частки води ягід калини під час осмотичного зневоднення за різних концентрацій цукрового сиропу, W , кг/кг

(температура $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$)

CP, %	Час, τ , хв								
	0	30	60	90	120	150	180	240	300
40	0,89	0,88	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
50	0,89	0,89	0,85	0,82	0,80	0,78	0,77	0,75	0,74
60	0,89	0,93	0,87	0,81	0,78	0,75	0,73	0,71	0,70

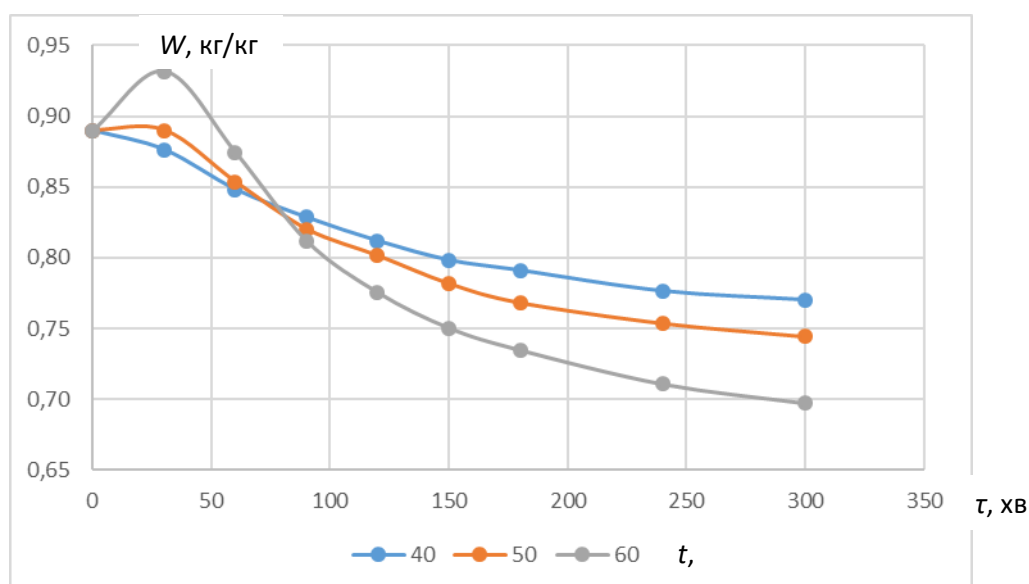


Рис. 3.4. Кінетика зміни масової частки вологи (W) в зразках калини під час осмотичного зневоднення за різних концентрацій цукрового сиропу (температура $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$)

На узагальненій інформації представленій графіками (рис. 3.4) видно, що за одних і тих же умов тривалість першого і особливо другого періодів зневоднення значно залежить від концентрації розчину цукру. Так, перший період зневоднення закінчується після 30 хв для 60 % розчину цукру і 27 хв для 40 % розчину цукру. Така різниця є незначною при тривалості процесу більше години. Масова частка вологи при цьому практично не змінюється, що пояснюється одночасним поглинанням вологи сировиною, зволоженням за рахунок бланшування та осмотичним зневодненням.

Різниця в часі для другого періоду зневоднення становить 40 хв. Відповідно, для 60 % цукрового розчину закінчується на 130 хв, а для 40 % цукрового розчину на 170 хв. Масова частка вологи при цьому змінюється до значення 75 % і 85 %, відповідно. А різниця ступеню зневоднення 5 %.

Максимальна швидкість осмотичного зневоднення для всіх трьох випадків лежить в другий період і становить 0,2 %/хв для 60 % цукрового розчину і 0,13 %/хв для 40 % цукрового розчину. Різниця величини швидкості відрізняється в 1,5 рази (рис. 3.5).

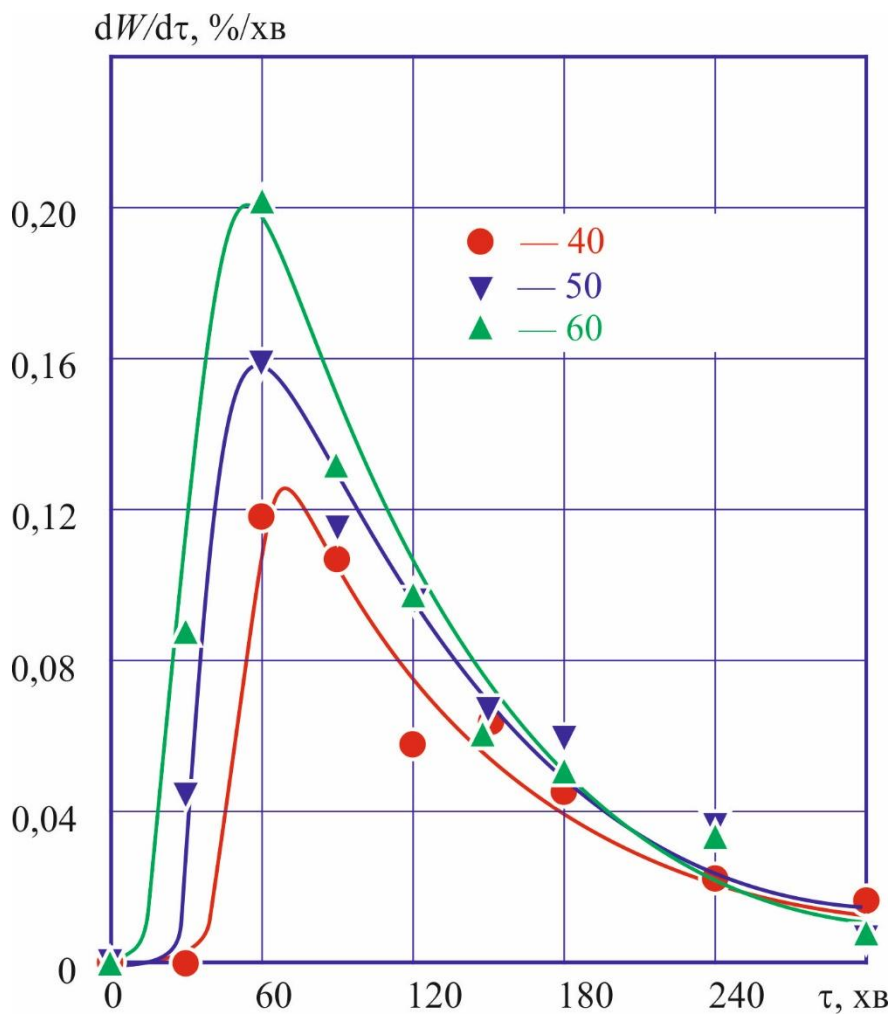


Рис. 3.5. Кінетика швидкості зміни масової частки вологи ($dW/d\tau$) в зразках ягід калини під час осмотичного зневоднення за різних концентрацій цукрового сиропу (температура $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$)

3.5. Дослідження процесу зневоднення осмотично зневоднених плодів калини сорту «Гранатовий браслет»

Експериментальне дослідження сушіння осмотично зневоднених плодів калини сорту «Гранатовий браслет» в лабораторній сушильній шафі DHG-9000 A за різних температур сушильного підтвердили закономірність сушіння осмотично не зневоднених плодів, що збільшення температури сушильного агента призводить до значного скорочення часу сушіння (табл. 3.5).

**Зміна масової частки вологи осмотично зневоднених ягід калини
під час конвективного сушіння**

за різних температур сушильного агента, кг/кг

(швидкість гарячого повітря 0,5 м/с)

Температура сушильного агента, °С	Тривалість сушіння, хв						
	0	240	480	720	960	1200	1920
55	0,70	0,67	0,61	0,50	0,35	0,29	0,16
70	0,70	0,54	0,38	0,22	0,18	–	–
85	0,70	0,48	0,11	–	–	–	–

Кінетика сушіння осмотично зневоднених ягід калини має аналогічний характер з зневодненням не оброблених за винятком початкової меншої масової частки вологи (рис. 3.6).

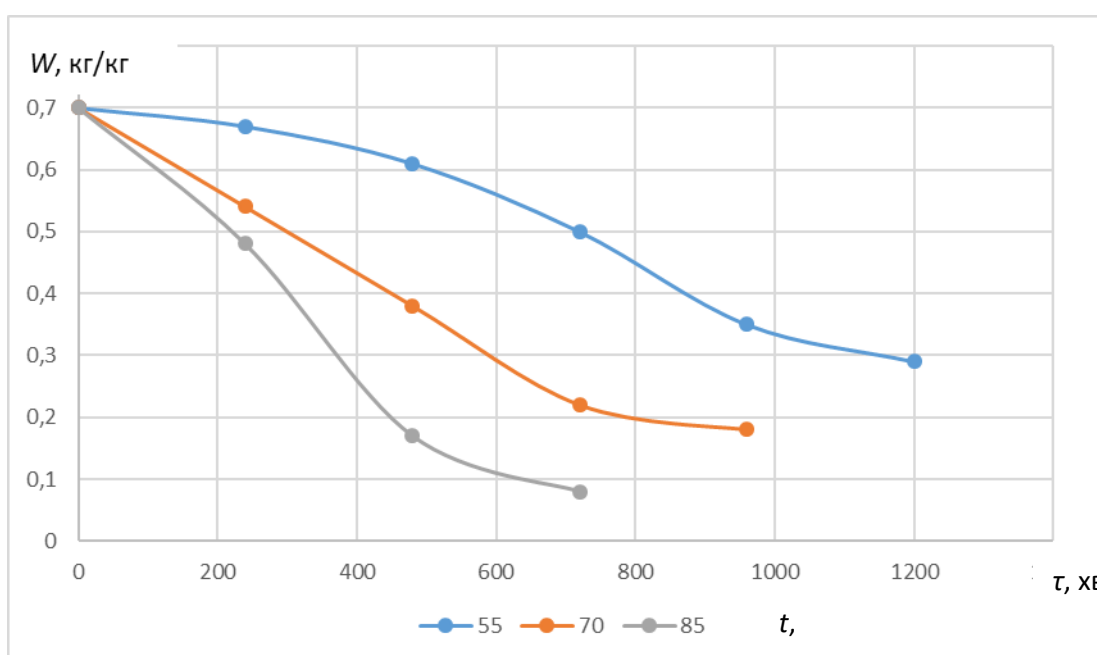


Рис. 3.6. Зміна масової частки вологи осмотично зневоднених ягід калини під час конвективного сушіння за різних температур сушильного агента, кг/кг

Аналіз кінетики зневоднення калини (див. рис. 3.6) показує, що період спадної швидкості зневоднення починається за температури сушильного агента 55 °С на 960 хв, 70 °С на 700 хв, а 85 °С – 450 хв.

Порівняння кінетики сушіння ягід калини осмотично зневоднених та не зневоднених показує, що періоди постійної швидкості й спадної проходять практично одночасно (рис. 3.7). При початковій різниці масової частки вологи 0,19 кг/кг на 960 хв сушіння вона становить 0,05 кг/кг. Це на нашу думку пояснюється вмістом цукрози в осмотично зневоднених плодах.

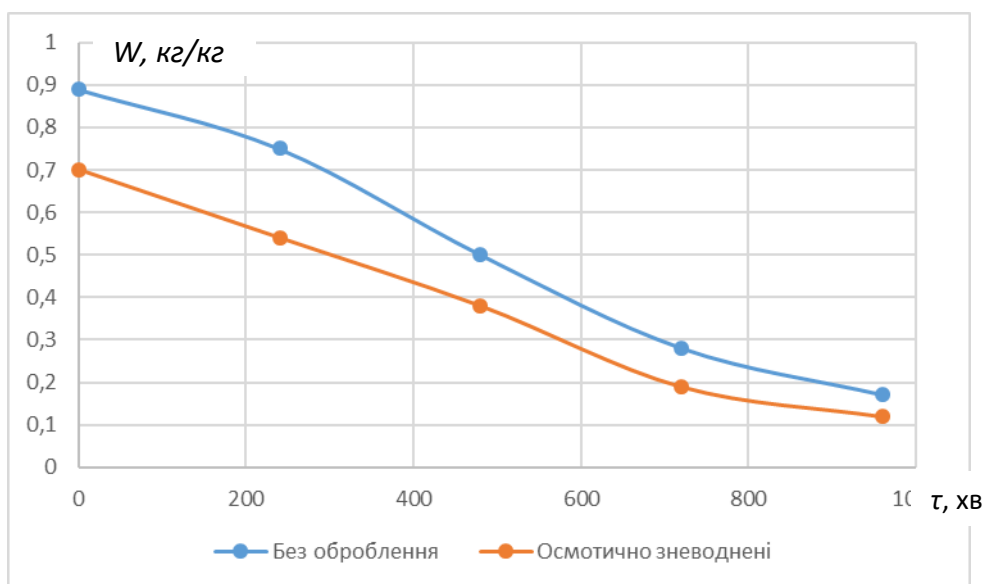


Рис. 3.7. Зміна масової частки вологи ягід калини без оброблення та осмотично зневоднених під час конвективного сушіння за температури сушильного агента 70 °С

Крім того, застосування осмотичного зневоднення дозволяє значно зменшити енергетичні витрати при виробництві харчових порошків з плодів калини, так як на сушіння продуктів з меншою масовою часткою вологи до певного необхідного значення вимагає менше енергії. Це пояснюється тим, що сушіння порівняно з нагріванням вимагає енергетичних витрат на два порядки.

3.6. Особливості зміни кольору зневоднених плодів калини за різних способів і температури сушильного агента

Порівняльний візуальний аналіз висушених плодів калини за різних температур сушильного агента та без попереднього зневоднення й осмотично

зневоднених (рис. 3.8) підтверджує загальноприйняті закономірності щодо зміни кольору продуктом Так, зі збільшенням температури сушильного агента з 55 °С до 85 °С температура ягід перевищує температуру побуріння, що призводить до появи значної кількості плодів бурого кольору (рис. 3.7 в) за температури 70 °С і до повністю бурих всіх плодів (рис. 3.7 з) за температури 85 °С.



Рис. 3.8. Ягоди калини сорту «Гранатовий браслет»:

a – морожені, *б* – висушені за температури 55 °С,
в – висушені за температури 70 °С, *г* – висушені за температури 85 °С,
д – висушені за температури 70 °С (осмотично зневоднені)

Осмотичне зневоднення дозволяє збільшити температуру побуріння за рахунок вмісту кріопротектора в ягодах калини (сахарози). Це візуально підтверджується майже повною відсутністю бурих плодів в попередньо осмотично зневоднених плодах висушених за температури сушильного агента 70 °С (рис. 3.7. д) в порівнянні з необробленими (рис. 3.7. в).

3.7. Розроблення моделі процесу сушіння осмотично зневодненої калини конвективним способом

Кінетична залежність швидкості сушіння більшості харчових продуктів при сталій температурі можна записати у такому вигляді:

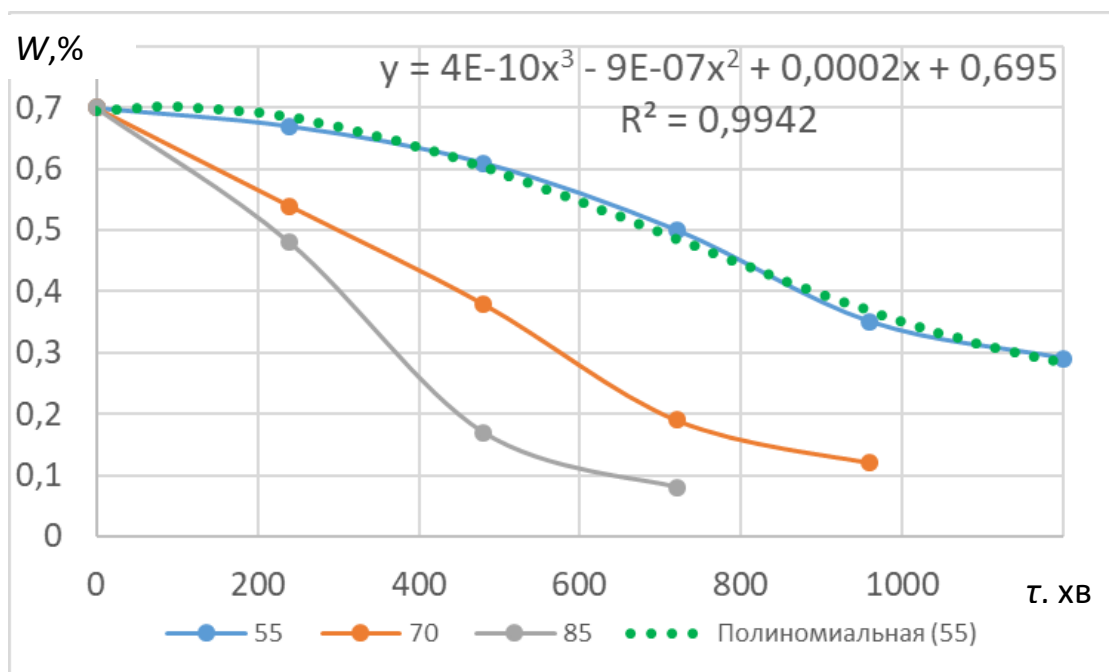
$$W = f(\tau, t) \quad (3.1)$$

Аналіз отриманих даних (рис. 3.6) показав, що залежність швидкості зневоднення від температури сушильного агента можна описати наступним рівнянням регресії:

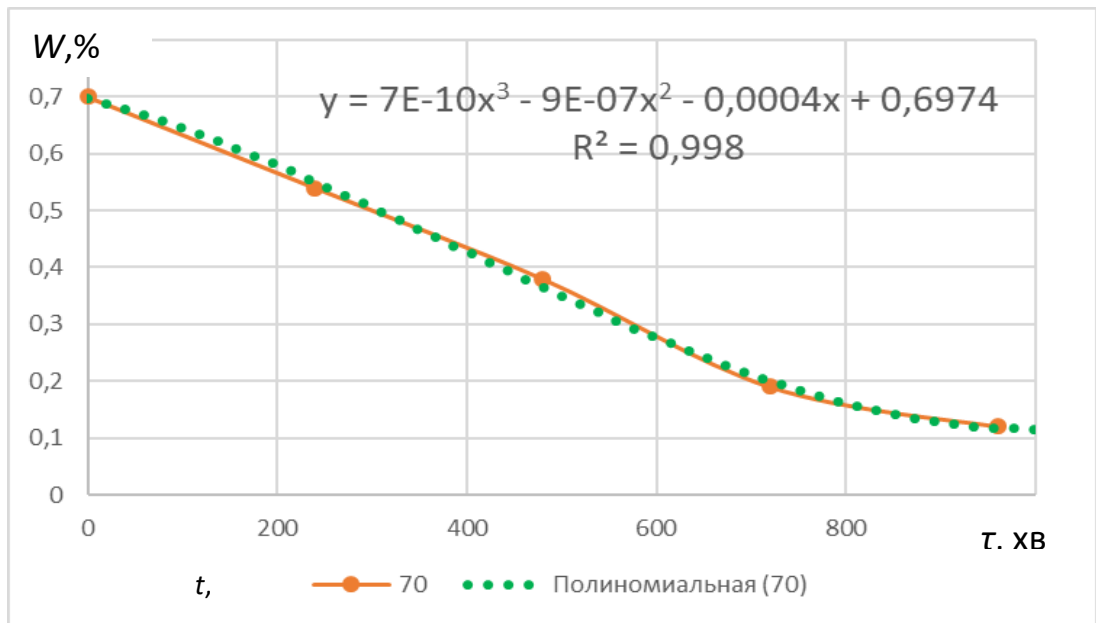
$$y = dx^3 + cx^2 + bx + a \quad (3.2)$$

де d, a, b, c – коефіцієнти.

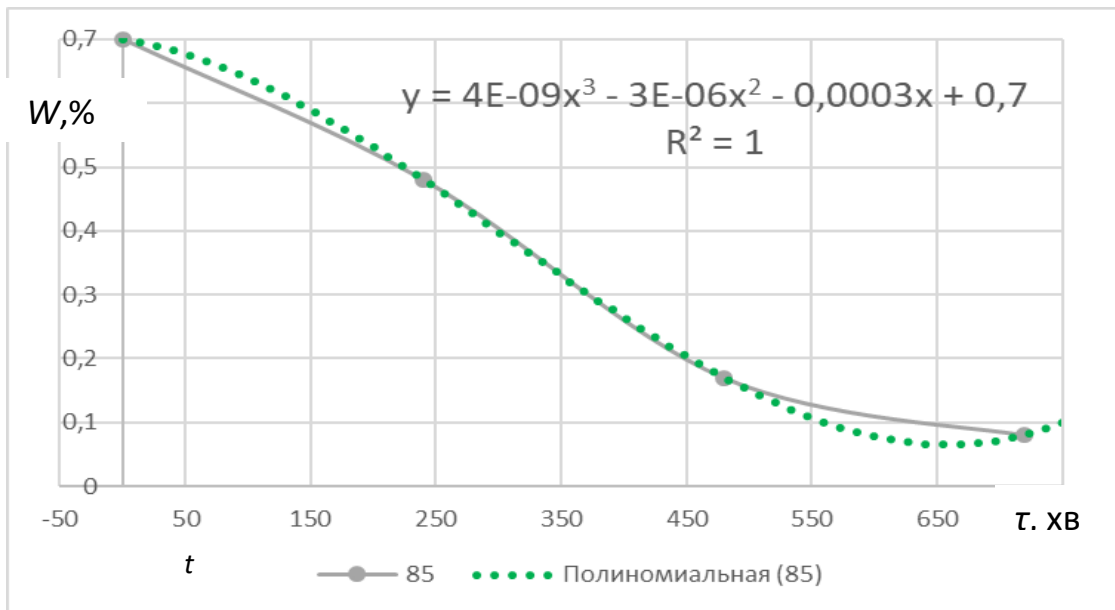
Для визначення залежності зміни кінетики зневоднення плодів калини будуємо графіки залежності зміни їх вологовмісту плодів калини відповідно до певної сталої температури сушильного агента (див. табл. 3.5.). Далі, в результаті математичного оброблення в табличному процесорі Microsoft Excel дослідних даних маємо систему алгебраїчних рівнянь з певними коефіцієнтами, які описують даний процес зневоднення (рис. 3.9, табл. 3.6).



a



б



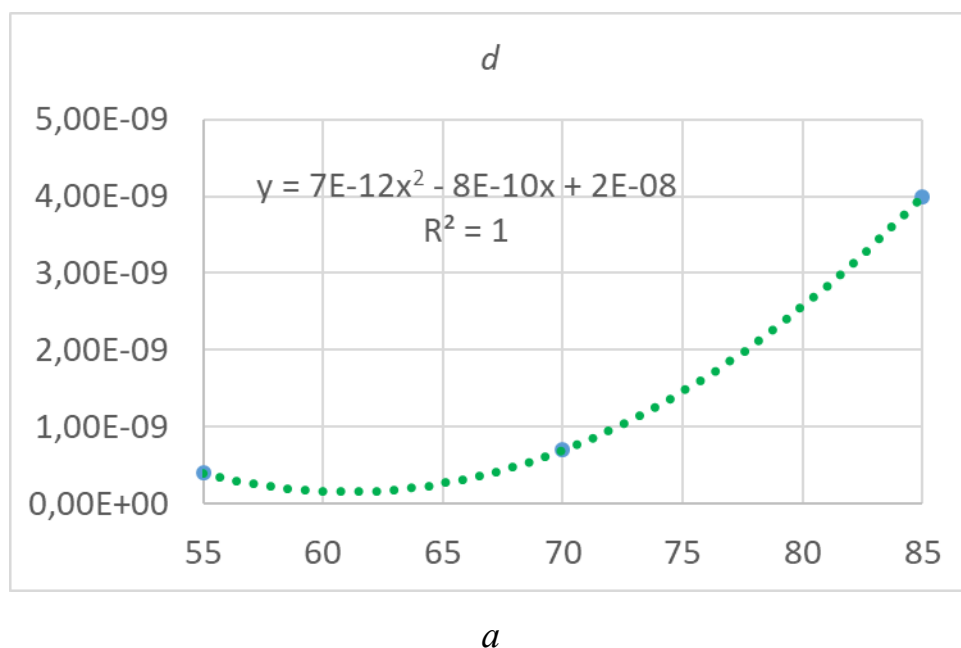
в

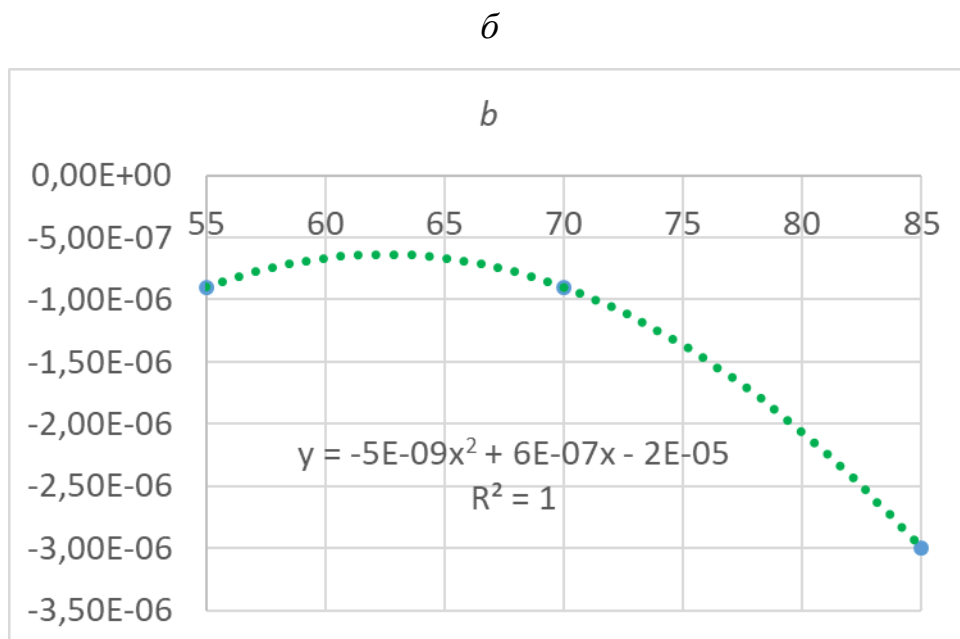
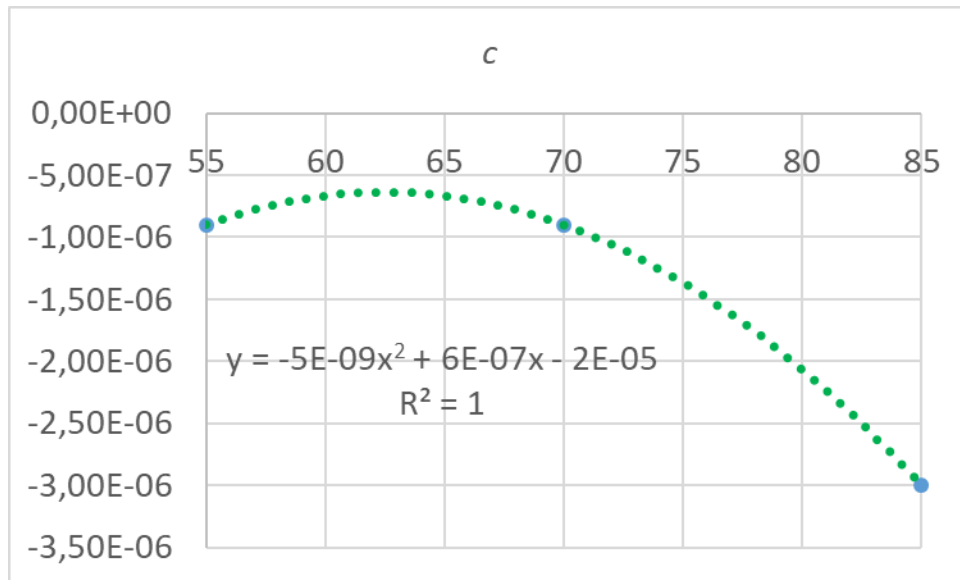
Рис. 3.9. Графік кінетики зневоднення калини сорту «Рубіновий браслет» для сталих температур сушильного агента:
 $a - 55^\circ\text{C}$; $б - 70^\circ\text{C}$; $в - 85^\circ\text{C}$

**Зміни масової частки вологи калини «Рубіновий браслет»
під час сушіння за різних температур сушильного агента**

$t, ^\circ\text{C}$	d	c	b	a	R^2
55	4E-10	-9E-07	0,0002	0,695	0,9942
70	7E-10	-9E-07	-0,0004	0,6974	0,998
85	4E-09	-3E-06	-0,0003	0,700	1,000

Для узагальнення отриманих рівнянь за побудови лінії тренду визначаємо спільні коефіцієнти a , b , c і d побудовою графіків залежності шуканих коефіцієнтів в залежності від температури сушильного агента (рис.3.10). Коефіцієнт a приймаємо рівним 0,7 з огляду початкової масової частки вологи осмотично зневоднених ягід калини й результатів математичного оброблення. Так значення коефіцієнта a для отриманих залежностей менше 1 %.





в

Рис.3.10. Визначення коефіцієнтів *d, c i b* залежно від зміни температури сушильного агенту під час сушіння осмотично зневодених плодів калини «Рубіновий браслет»

Отримана залежність зміни коефіцієнтів кінетики зневоднення ягід калини *d, c i b* від температури сушильного агенту:

$$d = 7E-12t^2 - 8E-10t + 2E-08 \quad (3.3)$$

$$c = -5E-09t^2 + 6E-07t - 2E-05 \quad (3.4)$$

$$b = 4E-07t^2 - 7E-05t + 0,0026 \quad (3.5)$$

З врахуванням усіх отриманих коефіцієнтів *залежність* швидкості сушіння осмотично зневоднених ягід калини «Рубіновий браслет» можна навести у вигляді залежності:

$$W = (7E-12t^2 - 8E-10t + 2E-08) \cdot \tau^3 - (5E-09t^2 - 6E-07t + 2E-05) \cdot \tau^2 + (4E-07t^2 - 7E-05t + 0,0026) \cdot \tau + 0,7 \quad (3.6)$$

Отримана залежність (3.6) адекватно описує процес сушіння осмотично зневоднених ягід калини.

Висновки до розділу 3.

1. Найбільш придатні для сушіння сорти калини з високим вмістом сухої речовини вирізнялися плоди сортів Київська Садова (23,7 %), Ургень (22,7 %) і Гранатовий браслет (22,1 %).

2. Зі збільшенням температури сушильного агента з 55 °С до 85 °С час сушіння ягід калини значно зменшується з 1920 хв до 420 хв.

3. Попереднє осмотичне зневоднення дозволяє значно скоротити час сушіння плодів калини й, відповідно, енергетичні витрати.

4. В результаті математично-статистичного оброблення отриманих даних зневоднення плодів калини отримане рівняння, яке можна використовувати для попереднього прогнозування процесу сушіння.

4 РОЗДІЛ. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНОЇ КАЛИНИ

4.1. Принципова технологічна схема виробництва сушеної калини

Принципово-технологічна схема виробництва сушеної калини зображена на рис.4.1.

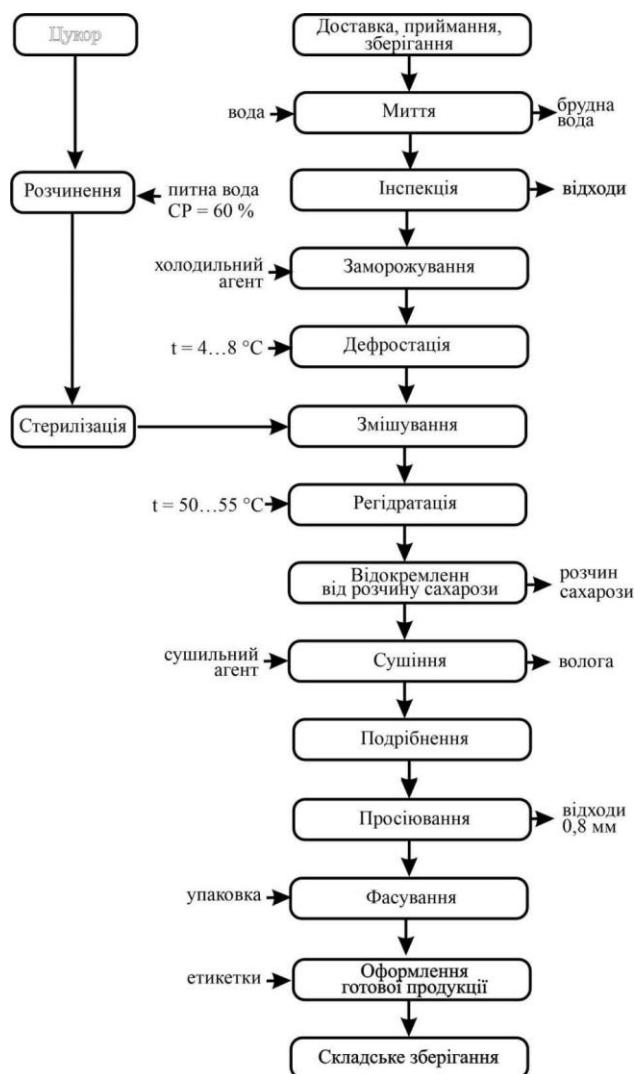


Рис. 4.1. Принципово-технологічна схема виробництва сушеної калини

4.2. Опис принципово – технологічної схеми виробництва сушеної калини

Доставка, приймання, зберігання. Доставляють калину на підприємство в ящиках 8 кг. Використовувані транспортні засоби повинні забезпечувати цілісність та зберігання сировини під час перевезення.

Тара, призначена для збору та транспортування сировини, повинна бути чистою, сухою, без сторонніх запахів.

Приймання калини роблять партіями. Партією вважають будь-яку кількість ягід, але не більше однієї транспортної одиниці, одного помологічного й товарного сорту, упакованого в однорідну тару й оформлену одним документом про якість і «Сертифікатом про зміст токсинів у продукції рослинництва й дотриманні регламентів застосування пестицидів» за формою, затвердженої Держагропромом України.

Зберігають на сировинному майданчику до 2 діб при температурі 5 – 8 °С та відносній вологості 88 – 92%. Сировину доставляють у цех у контейнерах за допомогою електронавантажувача.

Підготовка сировини:

Інспектування. Інспектування калини відбувається на інспекційному транспортері А9-К1-1,5 (поз.8).

Миття. Миття ягід калини відбувається на мийній струшувальній машині А9 КМЦ (поз. 9).

Інспектування. Інспектування і очищення калини від плодоніжки на інспекційному транспортері А9-К1-1,5 (поз.8).

Заморожування. Проводять в морозильній камері (поз.11) .

Дефростація Розморожування калини відбувається у мийній с машині А9 КМЦ (поз. 9).

Змішування. Змішування з цукровим розчином відбувається горизонтальному котлі (поз. 13) цукровий сироп поступає з дільниці підготовки цукрового сиропу насосом (поз. 6).

Відокремлення від розчину сахарози. Відокремлення від розчину сахарози відбувається на ситі (поз.15).

Сушіння. Оброблену сировину висушують в сушарці до вмісту сухих речовин 12...15% (поз. 17).

Охолодження. Після охолодження сухої сировини (поз. 18) суху калину направляють на подрібнення.

Подрібнення. Подрібнення сухих ягід проводять на дробарці (поз.19).

Просіювання. Просіювання від кісточок проводять на вібраційному ситі (15).

Фасування. Фасують готову продукцію в герметичну поліетиленову вакуумну упаковку за допомогою вакууматора (поз. 25) .

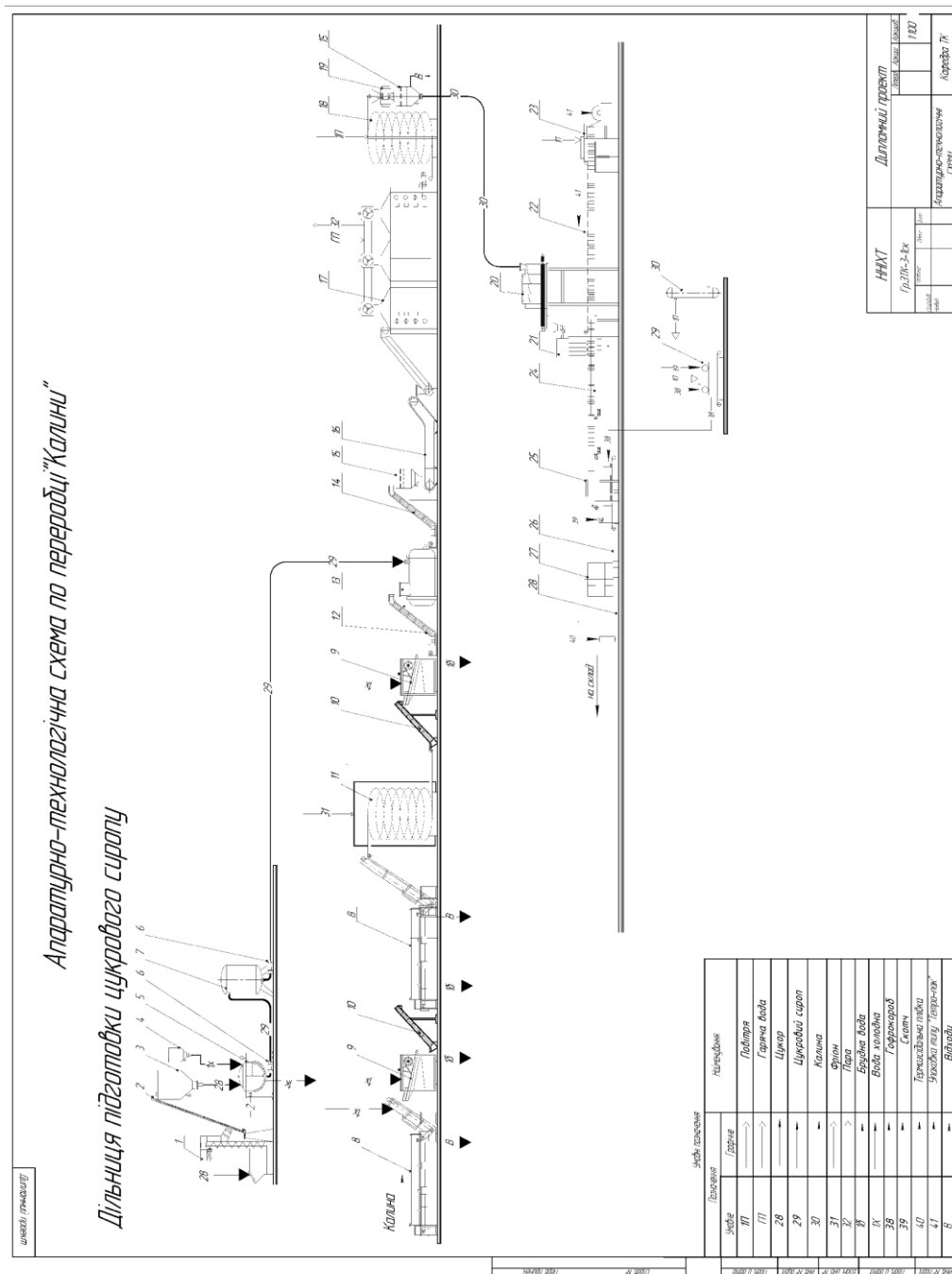


Рис. 4.2. Апаратурно технологічна схема виробництва порошку з калини

Висновки до розділу 4.

1. Розроблені технологічна й апаратурно технологічні схеми виробництва порошку з калини сорту «Рубіновий браслет» з попереднім осмотичним зводненням.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИГОТОВЛЕННЯ СУШЕНОЇ КАЛИНИ

У магістерській роботі запропоновано технологію отримання сухого порошку із плодів калини. Сировиною для виготовлення даного продукту є свіжі ягоди калини. Сезон досягання і збирання ягід калини приймаємо 2 місяці – жовтень, листопад.

Встановлена лінія технологічного обладнання є універсальною і може забезпечити як переробку калини так інших ягід за необхідністю.

Вихідні дані:

- продуктивність по готовому продукту – 80 кг/год.,
- кількість змін за сезон – 100 змін,
- 2 змінний робочий день і шестиденний робочий тиждень,
- фасування – у картонні коробки.
- оптова ціна за кг калини на 01.10.23 р складала 5 грн.

У роботі розраховано виробничий план підприємства, коефіцієнт нерівномірності постачань сировини, техніко-економічні розрахунки, статті витрат на виробництво, калькуляція собівартості та основні показники економічної ефективності.

Наведено графік надходження сировини, графік роботи лінії та план виробництва підприємства.

Виходячи з фактичних термінів надходження сировини на підприємство, складається графік надходження сировини, представлений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Графік надходження сировини

Сировина	Місяці і числа	
	жовтень	листопад
калина	1 _____	_____

Графік роботи лінії наведений в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Графік роботи лінії

Зміни	Місяці і числа		Всього змін
	X	XI	
Сушена калина			
I зміна	1	25	50
II зміна	1	25	50
К-сть днів/змін	25/50	25/50	100

Виробнича програма цеху наведена в таблиці 6.3.

Таблиця 5.3

Виробнича програма цеху

Асортимент	Продуктивність		Вироблено тон		
	т/год	за зміну	по місяцях		За сезон, т
			жовтень	листопад	
Сухий порошок з калина	0,08	0,64	32,0	32,0	64,0

5.1 Розрахунок плану виробництва продукції у натуральному та вартісному виразах

Таблиця 5.4

Розрахунок виробничої програми підприємства у натуральному виразі

№	Вид продукції (лінії)	Змінна технічна продуктивність лінії, т/зміну	Кількість змін роботи лінії за добу	Кількість діб роботи за рік (сезон)	Коефіцієнт нерівномірності надходження сировини	Кількість змін роботи лінії за рік (сезон)	Плановий коефіцієнт використання потужності	Річний плановий обсяг виробництва т/рік
1	Сухий порошок з калина	0.64	2	50	0,972	100	0,91	58,24

Таблиця 5.5

Розрахунок коефіцієнту нерівномірності надходження сировини

№	Вид продукції	Кількість діб роботи за рік (сезон)	Середньодобове надходження сировини протягом сезону	Тривалість періоду максимального надходження сировини, діб	Відсоток сировини, що надходить у максимальний період, %	Середньодобове надходження сировини у період максимального постачання	Коефіцієнт нерівномірності надходження сировини
1	Сухий порошок з калина	50	0,602	39	51	0,619	0,90

Таблиця 5.6

Розрахунок обсягу виробництва порошку з калини сорту «Рубіновий браслет»

№	Вид продукції	Одиниці виміру	Річний плановий обсяг виробництва т/рік	Оптова ціна підприємства (без ПДВ), грн	Вартість річного обсягу виробництва, тис.грн
1	Сухий порошок з калина	тонн	58,24	3300,0	192,19

5.2. Розрахунок економічної ефективності реконструкції

Розрахунок обсягу капітальних витрат

Переробка ягід калини для отримання сухого порошку здійснюється на заводі в діючих цехах для переробки овочів, передбачено додаткове встановлення вентиляторної мийної машини і стрічкової сушарки. Це дасть нам змогу знизити собівартість сухого порошку з калини.

Таблиця 5.7

Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості обладнання

№	Обладнання	К-сть	Вартість, тис.грн	
			Одиниці	Повна
1.	Вентиляторна мийна машина	2	50,0	100,0
2	Стрічкова сушарка	1	100,0	100,0
Всього				200,0
Невраховане обладнання (20%)				40,00
Вартість обладнання				240,0
Транспортні витрати (4%)				9,60
Заготівельно-складські витрати (1%)				2,40
Монтаж обладнання (10%)				24,00
Всього по обладнанню				276,00
Контрольно-вимірювальні пристрої				26,40
Спеціальні роботи				10,90
Балансова вартість				2313,30
Внутрішньозаводський транспорт				61,50
Разом				374,80

5.3. Розрахунок статей витрат на виробництво. Калькуляція собівартості продукту «Сухий порошок з калина»

Об'єктом калькулювання є сушена калина.

Калькуляційною одиницею є 1 тонна. Особливістю розрахунку окремих статей витрат та визначення собівартості продукції складаються таким чином:

Випуск продукції – 58,24тонн/рік.

5.3.1.Сировина і основні матеріали

Стаття «Сировина і основні матеріали» є комплексною. Вона включає всі види матеріальних ресурсів, що визначають речовий склад продукції. По цій статті планується сировина та основні матеріали, що витрачаються на виробництво сухого порошка з ягід калини. Розрахунок витрат на сировину та основні матеріали наведений в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8

Розрахунок витрат на сировину та основні матеріали

Назва сировини і основних матеріалів	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 тонну, кг	Ціна за одиницю продукції, грн.	Витрати	
				На 1 тонну, грн	На весь обсяг, т.грн.
Калина свіжа	т	15540,0	6,00	93240,00	5430,29

Транспортно-заготівельні витрати складають 5,2 % від вартості сировини.

Тому: на 1 тонну: 4848,4 грн

на весь обсяг: 282,37 тис.грн

Витрати сировини з урахуванням транспортно-заготівельних витрат складають:

на 1 тонну: $93240,00 + 4848,4 = 98088,40$ грн

на весь обсяг: 5712,66 тис. грн

Втрати від браку складають 4 % від вартості сировини з урахуванням ТЗВ:

Тому: на 1 тонну: 9923,54 грн

на весь обсяг: 228,50 тис.грн

Разом по статті:

на 1 тонну: $98088,40 + 9923,54 = 102021,93$

на весь обсяг: $5712,66 + 228,50 = 5941,17$ тис грн

5.3.2 Тара та допоміжні матеріали

В статті «Тара та допоміжні матеріали» плануються витрати на допоміжні матеріали, які приймають участь у виготовленні продукції або використовуються для забезпечення нормального технологічного процесу. В цій статті відображається вартість пакувальних матеріалів й тари.

Таблиця 5.9

Розрахунок витрат на тару та допоміжні матеріали

Назва тари та допоміжних матеріалів	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 т	Ціна за одиницю, грн	Витрати	
				На 1 т, грн	На весь обсяг, т.грн
Етикетки	Тис. шт.	1,23	80,50	99,00	5,80
Ящики картонні	Шт.	60,1	3,43	206,14	12,00
Картон	Кг	9,79	5,40	52,86	3,08
Упаковочні талони	Тис.шт	0,08	3,40	0,30	0,15
Целофан	Кг	0,41	6,10	2,50	0,15
Разом				360,8	21,02

Транспортно-заготівельні витрати по тарі та допоміжних матеріалів складають 4,8 % від вартості тари та допоміжних матеріалів:

Тому: на 1 тонну: 17,34 грн

на весь обсяг: 1,00 тис. грн

Разом по статті: на 1 тонну: 378,14 грн

на весь обсяг: 22,00 тис. грн.

5.3.3. Паливо, електроенергія на технологічні цілі.

В статті «Паливо, електроенергія на технологічні цілі» включаються витрати на паливо, тепло, електроенергію та інші види енергії, що отримані ззовні або виробляються на самому підприємстві та витрачаються безпосередньо в процесі виробництва продукції.

Розрахунок витрат на паливо, електроенергію та воду на технологічні потреби наведені в таблиці 5.10.

Розрахунок витрат на паливо, електроенергію на технологічні потреби

Назва палива, електроенергії	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 т	Ціна за одиницю, грн	Витрати	
				На 1 т, грн	На весь обсяг, т.грн
Умовне паливо	Т	0,52	-	-	-
Коефіцієнт перерахунку в натуральне паливо	-	1,2	-	-	-
Натуральне паливо (газ)	м ³	0,2	8600,00	1720,00	100,17
Електроенергія	кВт/год	30	4,85	145,5	8,47
Вода	м ³	27	16,53	446,31	25,99
Разом				2311,81	134,63

5.3.4. Заробітна плата основних виробничих робітників

До цієї статті включаються витрати на основну заробітну плату і додаткову заробітну плату виробничих робітників, безпосередньо пов'язаних з виробництвом продукції.

Основна заробітна плата розраховується залежно від часу, витраченого на виконання виробничих робіт, і тарифної ставки або відрядної розцінки.

Відрядна оплата праці за одну тону сухої вибурними становить 150,0 грн. за тону.

До додаткової заробітної плати належать премії та надбавки (при роботі у вечірній, нічний час або у святкові дні), оплата відпустки, часу виконання службових обов'язків, премії за виконання виробничих завдань.

Додаткова заробітна плата складає: 120,0 грн

Разом по статті:

на 1 т: 270,0 грн.

на весь обсяг: 15,72 тис.грн.

5.3.5. Відрахування на соціальні потреби

В статтю «Відрахування на соціальні потреби» включають відрахування на соціальне страхування, в пенсійний фонд, фонд зайнятості у межах встановлених норм.

Обчислюються у відсотках від основної та додаткової заробітної плати.

Відрахування на соціальні потреби складають 37,18 %:

на 1 тонну: 100,22 грн

на весь обсяг: 5,84 тис.грн.

5.3.6. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання

Ця стаття є комплексною. Вона містить амортизацію машин і устаткування, віднесених до основних фондів, вартість технічних засобів, витрати на ремонт устаткування, оплату праці допоміжних робітників і відповідні соціальні відрахування. Ці витрати плануються по кожному цеху (виробництву) протягом року (кварталу). Для кожного конкретного виду продукції витрати на утримання та експлуатацію устаткування розраховуються пропорційно заробітній платі виробничих робітників.

Ми оцінюємо витрати на утримання та експлуатацію обладнання для всього заводу:

Норма амортизації обладнання складає 20 %

Вартість обладнання складає: 374,80 тис.грн.

Амортизаційні відрахування складають:

$$374,80 \times 0,2 = 74,96 \text{ тис.грн}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання обладнання складуть:

Витрати на поточний ремонт: 10,5 % від вартості

Витрати на утримання обладнання: 2,5 % від вартості

$$74,96 \times 0,13 = 9,74 \text{ тис.грн}$$

Заробітна плата допоміжних робітників складає: 100,3 тис.грн

Відрахування на соціальні потреби складають:

$$100,3 \times 0,5212 = 52,27 \text{ тис. грн}$$

Витрати на внутрішньозаводське переміщення вантажів складає: 8,1 тис.грн.

Витрати на знос малоцінного інвентаря, приладів складають: 4,5 тис.грн

Разом по кошторису:

$$74,96 + 9,74 + 100,3 + 52,27 + 8,1 + 4,5 = 249,87 \text{ тис.грн}$$

Загальні витрати по статті складають:

на весь обсяг: $249,87 \times 0,01 = 2,49$ тис.грн

на 1 тонну: 42,75 грн грн

5.3.7. Загальновиробничі витрати

Це витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування виробництва в межах цеху.

Витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні потреби працівників управління цеху, спеціалістів та обслуговуючого персоналу, а також амортизаційні відрахування стосовно будівель і споруд, кошти на їх утримання, ремонт, витрати на кошторис.

Норма амортизації будівель складає: 7,763 % від вартості

Вартість будівель складає: 2500 тис.грн

Амортизаційні відрахування складають:

$$2500 \times 0,07663 = 194,07 \text{ тис.грн}$$

Витрати на поточний ремонт і утримання будівель і споруд складуть:

Витрати на поточний ремонт: 7,3% від вартості

Витрати на утримання та поточний ремонт будівель: 1,2% від вартості

Заробітна плата управлінського та іншого персоналу: 70,1 тис. грн

Відрахування на соціальні потреби складають:

$$70,1 \times 37,26/100 = 26,11 \text{ тис.грн}$$

Витрати на охорону праці складають: 1 % від попередніх витрат:

$$26,11 \times 0,01 = 0,2611 \text{ тис. грн}$$

Інші виробничі витрати складають 1 % від суми попередніх витрат.

Сума попередніх витрат:

$$194,07 + 70,1 + 26,11 + 0,26 = 290,54 \text{ тис. грн}$$

$$290,54 \times 0,001 = 2,90 \text{ тис. грн}$$

Кошторис загальноновиробничих витрат разом по заводу:

$$291,54 + 2,90 = 293,44 \text{ тис. грн}$$

Розподіл загальноновиробничих витрат по кошторису по конкретних видах продукції здійснюється пропорційно заробітній платі виробничих робітників.

на весь обсяг: 2,90 тис. грн

на 1 тону: 49,79 грн.

Виробнича собівартість:

на 1 тону: 4491,73 грн

на весь обсяг: 13,38 тис. грн

Калькуляція собівартості 1 т продукції «Сушена калина» наведена в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11

Калькуляція витрат на виробництво сушеної калини

Назва статей	Витрати на 1 тону, грн.	Витрати на весь обсяг, тис. грн.	Структура собівартості, %
Сировина і основні матеріали	102021,00	5941,17	93,05
Тара та допоміжні матеріали	378,14	22,00	4,00
Паливо, електроенергія та вода на технологічні потреби	2311,81	134,63	2,58
Заробітна плата основних виробничих робітників	270,00	15,72	0,12
Відрахування на соціальні потреби	100,22	5,84	0,04
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	42,75	2,49	0,13

Загальні виробничі витрати	49,79	2,90	0,08
Виробнича собівартість	105203,68	6127,06	100
Адміністративно-побутові витрати	10520,37	612,71	
Витрати на збут	12624,44	735,24	
Повні витрати	128358,49	7475,01	

Витрати на збут складають 10 % від виробничої собівартості.

Адміністративно-побутові витрати - 12% від виробничої собівартості.

Повні витрати: $105203,68 + 10520,37 + 12624,44 =$

Структура собівартості - це питома вага кожної статті витрат у повній собівартості.

Визначаємо ціну продукції, що калькулювалась, виходячи з питомого прибутку 1 тонни продукту, який обчислюється із планової рентабельності 11,0 % і складає:

$$128358,49 \text{ грн} \times 11 / 100 = 14119,43 \text{ грн.}$$

Оптова ціна підприємства за 1 тонну сухої калини:

$$128358,49 \text{ грн} + 14119,43 = 142477,92 \text{ грн./тонн}$$

5.4. Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Нові капітальні витрати

де К – початкова вартість обладнання, що включає витрати на його придбання, монтаж, транспортування та заготівельно-складські роботи;

Розрахунок зміни нормативу обігових коштів підприємства

Елемент оборотних коштів	Дані для розрахунку		Сума обігових коштів, тис. грн.
	Витрати на рік, тис. грн.	Норматив, %	
Сировина та основні матеріали	5941,17	3	178,25
Допоміжні матеріали	22,0	8	1,76
Заробітна плата	15,72	4	0,63
Інші	100,10	3	3,0
Разом:			183,64

$$\text{ПІ} = 183,64 + 276,00 = 459,64 \text{ тис. грн.}$$

Додатковий прибуток від реалізації продукту:

$$\Delta \text{П} = \text{Ц}_{\text{опт}} \times \text{Обсяг} - \text{Пр} \times \text{Обсяг} = 142,48 \times 58,24 - 47,30 \times 58,24 = 5543,28 \text{ тис. грн.}$$

5.5. Термін економічного життя проекту

Додатковий чистий прибуток:

$$\text{ЧП} = \Delta \text{П} - \Delta \text{П} \times 0,18 = 5543,28 - 5543,28 \times 0,18 = 4545,49 \text{ тис. грн.}$$

Генеральний грошовий потік:

$$\text{ГГП} = \text{ЧП} + \text{ДАВ} = 4545,49 + 276,00 = 4821,49 \text{ тис. грн.}$$

Чиста теперішня вартість:

де ТВ_i – вартість майбутніх доходів оцінена на теперішній час, тис. грн.

де a_i - коефіцієнт приведення.

$$a_i = 1/(1+p)^t$$

t – рік, дані за який приводяться до розрахунку.

$$\acute{\alpha} = 1/(1+0,35) = 0,7407$$

$$\acute{\alpha} = 1/(1+0,35)^2 = 0,5487$$

$$\acute{\alpha} = 1/(1+0,35)^3 = 0,4064$$

$$\acute{\alpha} = 1/(1+0,35)^4 = 0,3011$$

$$\acute{\alpha} = 1/(1+0,35)^5 = 0,223$$

$$TB_1 = 4821,49 \times 0,7407 = 3571,27 \text{ тис. грн.}$$

$$TB_2 = 4821,49 \times 0,5487 = 2645,55 \text{ тис. грн.}$$

$$TB_3 = 4821,49 \times 0,4064 = 1959,45 \text{ тис. грн.}$$

$$TB_4 = 4821,49 \times 0,3011 = 1451,75 \text{ тис. грн.}$$

$$TB_5 = 4821,49 \times 0,223 = 1075,19 \text{ тис. грн.}$$

$$\sum TB_i = 10703,21 \text{ тис. грн.}$$

$$ЧТВ = 10703,21 - 276,00 = 10427,21 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності:

$$T = \Pi / ГГП = 276,00 / 4821,49 = 0,57 \text{ року.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = 1/T = 1/0,57 = 1,75$$

Гарантований період повернення інвестицій:

$$T_r = \text{ПВІ} / \text{ТВ}_p$$

де ТВ_p – середньорічна теперішня вартість, грн.

$$\text{ТВ}_p = \sum TB_i / N = 10703,21 / 5 = 2140,62 \text{ тис. грн.}$$

$$T_r = 276,00 / 2140,62 = 0,2 < 5$$

Індекс доходності:

$$ІД = ЧТВ / \text{ПВІ} = 10427,21 / 276,00 = 37,77 > 0$$

Індекс прибутковості:

$$\Pi = \text{ТВ}_i / \text{ПВІ} = 10703,21 / 276,00 = 38,77 > 1$$

Техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 5.13.

Таблиця 5.13

Техніко-економічні показники проекту

№	Назва показника	Одиниці вимірювання	Величина
1	Випуск продукції	тонн/рік	58,24
2	Доход (виручка) від реалізації продукції	тис. грн.	7475,01
3	Повна собівартість операційних витрат	тис. грн.	8298,03
4	Витрати на 1 гривню виробленої продукції	грн.	0,14
5	Прибуток від операційної діяльності	тис. грн.	5543,28
6	Рентабельність продукції	%	11,00
7	Додаткові капітальні витрати (початкові інвестиції)	тис. грн.	276,00
8	Додатковий прибуток з урахуванням податку на прибуток	тис. грн.	4821,49
9	Термін окупності простий	роки	0,57
10	Чиста нинішня вартість проекту	тис. грн.	10427,21
11	Індекс прибутковості		38,77
12	Індекс доходності		37,77
13	Період повернення інвестицій	роки	0,2

5.6. Висновки про економічну ефективність проекту

На основі проведених розрахунків, проект слід вважати доцільним до впровадження, тому що:

1. ЧТВ на кінець життєвого циклу з наростаючим підсумком, є величина позитивна – 10427,21 тис. грн.

2. Строк гарантованого повернення інвестицій складає – 0,2 року, що є прийнятним, так як значно менше терміну економічного життя проекту, що дорівнює 5 років.

3. $ІД = 37,7 > 0$, що свідчить про високу ефективність проекту.

4. $ІП = 38,7 > 1$, що є прийнятним і свідчить про високу ефективність проекту.

Всі ці наведені показники, свідчать про доцільність впровадження нової технології а саме сухого порошку з калини, крім того підприємство покращує основні показники роботи.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

DNAP 1.8.10-1.19-98 "Правила охорони праці на підприємствах з переробки фруктів і овочів" установлює основні вимоги охорони праці під час проектування, будівництва, монтажу, реконструкції, технічного переозброєння, розширення й експлуатації підприємств з переробки фруктів та овочів.

Планування, обладнання та розміщення приміщень хімічних лабораторій повинні відповідати вимогам Будівельних норм і правил, Санітарних норм і правил, а також Настановам з будівельного проектування підприємств, будівель і споруд хімічної промисловості.

Будівля (майданчик) лабораторії розташовується в одному блоці з адміністративною будівлею підприємства. Вхід до лабораторії повинен здійснюватися з виробничого приміщення, лабораторія має бути відокремлена від адміністративної будівлі глухою вогнетривкою перегородкою, що не має прямого виходу назовні. Хімічні лабораторії мають бути оснащені тільки наявним у продажу лабораторним обладнанням.

Лабораторію обладнано витяжною шафою з всмоктувальними отворами зверху і знизу та бортиком для запобігання проливу рідин на підлогу. Крім загальнообмінної подачі повітря і місцевої витяжки з лабораторної шафи, у лабораторії є пристрої для природної вентиляції (вентиляційні отвори, колони). Швидкість руху повітря за відчинених дверцят витяжної шафи і ввімкненої вентиляції має бути не менше ніж 0,5 м/с, а під час роботи з їдкими, токсичними і пахучими речовинами - не менше ніж 1,0 м/с. Відповідно до статті 13 Закону про охорону праці роботодавець зобов'язаний забезпечити функціонування системи управління охороною праці (СУОП). Роботодавець очолює роботу з управління охороною праці і несе пряму відповідальність за її функціонування на підприємстві в цілому.

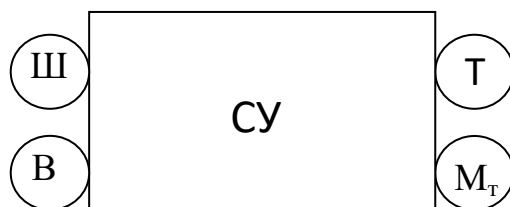
Вибір технології

Вибір технології ґрунтується на аналізі небезпечних і шкідливих факторів роботи обладнання в процесі сушіння калини.

Сушіння відбувається в сушильних шафах, де процес сушіння здійснюється за рахунок конвекції. Повітря надходить до сушарки з навколишнього середовища, тому мікроклімат у приміщенні має бути регульованим.

Під час роботи сушарки видають шум і нагріваються. Недотримання правил техніки безпеки або несправна сушарка можуть призвести до механічних травм.

Схема сушильної установки



Умовні позначення шкідливих і небезпечних чинників позначаються наступним шляхом:

Ш – шум;

Т – теплота;

М_Т – механічні травми;

В – вібрація;

Мікроклімат

Мікроклімат у приміщеннях підприємств з виробництва сухих продуктів регламентується відповідно до ДСТУ 3.3.6.042-99 "Гігієнічні нормативи мікроклімату у виробничих приміщеннях". Мікроклімат у виробничих приміщеннях характеризується температурою повітря, відносною вологістю, швидкістю повітря та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) випромінювання.

Таблиця 6.1

Контрольовані показники мікроклімату в закритому виробничому приміщенні

Професія	Категорія робіт по важкості	Температура на робочому місці				Відносна вологість	Швидкість руху повітря м/с
		верхня границя		нижня границя			
		постійних	непостійних	постійних	непостійних		
Оператор сушильної установки	II а	холодний період року					
		23	24	17	15	75	≥ 0,3
		теплій період року					
		27	29	18	17	65(25 ⁰ С)	0,2-0,4

Допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не перевищує 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

Вентиляція

Під час експлуатації системи вентиляції створюються кліматичні умови та умови чистоти повітря на постійних робочих місцях, у робочих зонах і зонах обслуговування відповідно до ДБН В.2.5-67:2013. Перевірку систем вентиляції проводять відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

Приміщення для виробництва сухих продуктів обладнуються припливно-витяжною вентиляцією з механічним нагнітанням припливного повітря і регулюванням температури в холодний період і природною подачею повітря в теплий період.

Шум

Гігієнічні норми виробничого шуму відповідають ДСН 3.3.6.037-99 "Гігієнічні норми виробничого шуму, ультразвукового та інфразвукового шуму".

Максимально допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях і на території підприємства - нижче 80 дБ. Максимально допустимий рівень шуму на робочих місцях має бути знижений залежно від тяжкості та інтенсивності роботи.

Допустимі норми шуму для промислових підприємств із шумоутворювальним обладнанням відповідно до ДСТУ 3.3.6.037-99 "Гігієнічні нормативи виробничого шуму, ультразвукових та інфразвукових сигналів" наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Норми шуму для промислових підприємств

Найменування професій	Рівень звукового тиску, дБ, в активних полосах в середньгеометричними смугами, вГц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор сушильної установки	103	99	92	86	83	80	78	76	74	80

Вібрація

Рівень вібрації на постійних робочих місцях не повинен перевищувати гранично допустимих значень згідно з ДСТУ 3.3.6.039-99 "Національний гігієнічний кодекс з виробничої вібрації".

Для зниження рівня вібрації під обладнання укладається спеціальна бетонна підлога, на яку кріпляться болти кріплення обладнання, і встановлюються антивібраційні підкладки, які значно знижують вібрацію.

Освітленість

Робочі місця освітлюються природним світлом у денний час і штучним освітленням (за допомогою газорозрядних ламп) у темний час доби. Норми штучного освітлення робочих місць і робочих поверхонь для відповідних професій наведено в таблиці 6.3.

Нормовані значення КЕО для виробничих процесів наведені в ДБН В.2.5-28-2006 "Природне та штучне освітлення".

Таблиця 6. 3

Норми штучного освітлення робочих місць

	Професія	Характеристика зорової роботи	Розряд зорових робіт	Підрозряд зорових робіт	Освітленість, лм	
					Комбіноване освітлення	Загальне освітлення, лм
1	Інспектор по якості	Висока	IV	Б	750	300
2	Оператор сушильної установки	Середня	IV	Б	200	150

Електробезпека в цеху

Для забезпечення захисту працівників від ураження електричним струмом необхідно використовувати захисні заходи і способи захисту, передбачені Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) і Правилами безпеки електрообладнання споживачів.

Згідно з ПУЕ, усі виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження персоналу електричним струмом поділяються на такі категорії: I - не небезпечні, II - небезпечні, III - особливо небезпечні.

На підприємстві наказом директора призначаються особи, відповідальні за загальний стан електрогосподарства, за безпечну експлуатацію електроустановок, за окремі цехи і дільниці. За забезпеченням надійності електропостачання електроустановки підприємства належать до II і III категорій за ПУЕ, а електроустановки, засоби пожежогасіння, пожежної та охоронної сигналізації, прилади охоронного освітлення і прилади

аварійного освітлення безперервної дії - до I категорії. Експлуатація несправного електрообладнання заборонена.

Повинні бути вжиті заходи щодо запобігання подачі напруги на робоче місце шляхом забезпечення необхідного відключення. На ключах дистанційного керування ручними приводами і розподільними пристроями повинні бути вивішені заборонні знаки. Забезпечення відсутності напруги на струмоведучих частинах, які мають бути заземлені для захисту людей від ураження електричним струмом, і забезпечення заземлення. Повинні бути вивішені попереджувальні знаки та інструкції. За необхідності в робочій зоні має бути встановлена огорожа.

Електрообладнання та проводка обладнання повинні бути захищені від впливу продуктів переробки, масла, агресивних рідин і механічних ушкоджень; на всіх дверях шаф, ніш тощо з електрообладнанням напругою понад 42 В, а також на огороженнях, що закривають електрообладнання, мають бути попереджувальні знаки високої напруги. На дверях розміщується перелік відповідного електрообладнання. Вимикачі, що використовуються для вмикання і вимикання живлення, захищені негорючими кришками без отворів і щілин або можуть управлятися дистанційно.

Електрозахист означає: 1) заземлення всіх металевих неструмоведучих конструкцій електрообладнання; 2) подвійну ізоляцію низьковольтного живлення електродвигуна пральної машини (до 42 В змінного струму) і його силового кабелю; 3) застосування системи захисного вимикання струму живлення в разі короткого замикання або перевантаження корпусу електродвигуна приводу пральної машини; 4) застосування системи захисного вимкнення струму живлення при напрузі 220 В; 5) Усі машини на заводі-виробнику, що живляться змінним струмом напругою 220/380 В, обладнано заземленням та аварійним вимкненням; 6) усі щити електроживлення мають бути закриті захисними коробками; 7) у робочій зоні мають бути встановлені знаки безпеки; 8) ремонт і технічне обслуговування машини здійснюється лише за умови вимкненого електроживлення. Ремонт і

технічне обслуговування машини повинні виконуватися тільки при відключеному живленні.

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Для забезпечення працівників санітарними вузлами підприємства повинні мати спеціальні споруди згідно з вимогами СНиП 2.09.04-87 і цих Правил.

Правильне розташування і розміщення підприємств відіграє вирішальну роль у захисті населення від шкідливого впливу токсичних речовин, парів, пилу, диму, шуму і стічних вод. Санітарний режим виробництва має відповідати Санітарним правилам для підприємств з виробництва плодоовочевих консервів, сушених овочів і фруктів, картоплі, квашеної капусти та солоних овочів, затвердженим Міністерством охорони здоров'я України 4 квітня 2000 року.

Технологічне обладнання повинно піддаватися санітарній обробці відповідно до "Інструкції з санітарної обробки технологічного обладнання плодоовочевих консервних підприємств", затвердженої 23 березня 2001 року.

Санітарні приміщення включають роздягальні, душові, умивальні, туалети, курильні кімнати, напівдушові, приміщення питного водопостачання, приміщення для оброблення, зберігання та видачі засобів індивідуального захисту.

Відповідно до вимог СНиП 2.09.04-87 кількість санітарно-технічних приладів - підлогових унітазів (туалетів) і пісуарів у умивальних кімнатах виробничих приміщень - із розрахунку один на 18 чоловіків і 12 жінок у найчисельнішу зміну та один на 45 чоловіків і 30 жінок в умивальних кімнатах адміністративних будівель. Туалети обладнані умивальниками з розрахунку один умивальник на кожні чотири унітази і чотири пісуари.

Працівники забезпечуються санітарним одягом і взуттям відповідно до Зводів правил щодо санітарного одягу та взуття для працівників підприємств харчової промисловості, службовців нижчої ланки і технічного персоналу.

Пожежна безпека

Пожежна безпека підприємств повинна відповідати вимогам Закону України "Про пожежну безпеку", Правилам пожежної безпеки України, будівельним нормам і правилам, нормам технічного проектування ППП ПБЕС та цьому Положенню.

Усі виробничі приміщення повинні бути обладнані первинними системами пожежогасіння. До них належать вогнегасники, протипожежний інвентар (негорючі утеплені тканинні покривала, груба вовняна тканина або повсть, ящики з піском, відра з водою, пожежні відра та лопати) і протипожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Також передбачені захисні заходи для обмеження масштабів і наслідків пожежі в разі небезпечного збою або аварії. Для кожної галузі харчової та переробної промисловості існує перелік будівель і приміщень, які мають бути обладнані автоматичними засобами пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією, погоджений з Державною службою пожежного нагляду МВС України.

Загальні вимоги безпеки виробничого процесу

У кожному одиницю устаткування може бути забезпечено вільний вхід для його обслуговування та контролю за перебігом технічного процесу (або його безпосереднього здійснення).

Виробничі будівлі, споруди, устаткування і транспортні засоби повинні бути введені в експлуатацію після завершення будівництва або реконструкції технічного процесу і відповідати вимогам правил пожежної безпеки.

Забороняється будівництво, реконструкція, технічне переозброєння та впровадження нових технологій на виробничих об'єктах без попередньої експертизи (перевірки) проектної та іншої документації на відповідність вимогам нормативних документів з пожежної безпеки.

Система екологічного управління

У зв'язку зі зростаючим забрудненням довкілля - повітря, води і ґрунту - виникає гостра необхідність у захисті біосфери від забруднення. Кожне

виробництво тією чи іншою мірою забруднює навколишнє середовище, викидаючи в атмосферу шкідливі речовини, промислові стоки і тверді відходи. У зв'язку з цим виникає гостра необхідність розроблення та впровадження маловідходних, енергозберігаючих і ресурсозберігаючих технологій, а також природоохоронних технологій - технологій очищення повітря, стічних вод і ґрунту, які забезпечують підтримку екологічного балансу довкілля й унеможливають його забруднення.

На всі підприємства, що забруднюють навколишнє середовище, складається екологічний паспорт.

Інвентаризація джерел забруднення проводиться шляхом розрахунків на основі викидів на тонну продукції. Викиди відпрацьованих газів визначаються відповідно до чинних методичних документів.

Основною фізичною характеристикою забруднення атмосферного повітря є гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючих речовин.

Гранично допустима концентрація - це максимальна кількість небезпечної речовини в одиниці об'єму або маси води, повітря чи ґрунту, яка не чинить істотного впливу на здоров'я людини. Вони встановлюються як стандарти компетентними органами або комісіями.

Гранично допустимі викиди (ГДВ) розраховують і встановлюють для всіх об'єктів, що забруднюють повітря.

Гранично допустимі викиди - це кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу на одиницю викиду.

Це кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу за одиницю часу, і це концентрація забруднювальних речовин у повітрі, що не повинна перевищувати ПДВ на межах санітарної зони. Проводиться інвентаризація джерел забруднення повітря та екологічна сертифікація всіх об'єктів забруднення.

Ці нормативи мають юридичну силу і є правовою основою санітарного контролю.

Підприємства мають санітарно-захисну зону 100-300 метрів. Вони мають бути озеленені, щоб слугувати захисним бар'єром. Зелені насадження відіграють важливу екологічну роль.

Захисні заходи щодо забезпечення чистоти води мають величезне значення для довкілля. Ресурси питної води на планеті обмежені. Незважаючи на те що основними джерелами води є озера та річки, вони постійно забруднюються промисловими та побутовими стічними водами.

Вода використовується у виробничих процесах, як сировина для приготування продуктів, для живлення котлів, для очищення обладнання, ємностей, трубопроводів і для санітарних потреб. Вода подається з міської системи водопостачання на постійній основі, а використана вода скидається в каналізацію.

Стічні води, що надходять у міську каналізацію, не повинні містити речовин у концентраціях, що негативно впливають на біологічне очищення, шкідливих бактерій, токсичних забруднень, смол, мазуту або бензину.

Типові забруднення в стічних водах харчової промисловості зумовлені наявністю залишків сировини, які, згідно з гігієнічними нормами, вважаються малонебезпечними при скиданні у водойми. Водночас промислові стічні води забруднюються мікроорганізмами, що накопичилися в устаткуванні, на стінах і підлогах, тому зупинене устаткування, підлогу та стіни необхідно вчасно очищати, щоб запобігти розкладанню органічних сполук, що призводить до утворення та накопичення різних мікроорганізмів у забруднених місцях, збільшуючи ступінь забруднення стічних вод.

Для запобігання поширенню хвороботворних мікроорганізмів, що передаються через воду, необхідна систематична дезінфекція житлових приміщень і санвузлів компанії.

Крім водорозчинних речовин, промислові стічні води містять нерозчинні частинки різної дисперсності, вміст яких становить близько 150 мг/л, а рН - 6,0-7,0.

Поряд із забрудненням повітря і води виробнича діяльність призводить до забруднення ґрунтів. Джерелами забруднення ґрунту шкідливими речовинами є вихлопні гази, пестициди та промислові відходи. Для запобігання забрудненню ґрунту на консервному виробництві необхідно своєчасно збирати, вивозити й утилізувати рідкі та тверді відходи виробничої діяльності підприємства, включно з паливно-мастильними матеріалами та промисловими відходами.

Контроль за станом екологічної безпеки здійснює Міністерство охорони навколишнього середовища України. Міністерство здійснює контроль за дотриманням джерел промислових викидів в атмосферу, гранично допустимих викидів, нормативів скидання стічних вод, тимчасово дозволених і гранично допустимих викидів, якості поверхневих вод та стану ґрунтів.

Висновки до 6 розділу

1. У виробничій лабораторії експлуатація обладнання відбувається у відповідності до діючих нормативів та правил техніки безпеки.
2. Зниження рівня вібрації досягається шляхом установки обладнання на віброізолюючі фундаменти та використання віброізолюючих прокладок.
3. В лабораторії дотримані мікрокліматичні параметри повітря, захист від шуму та вібрації, що забезпечує комфортну роботу працюючих без шкоди для здоров'я.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Ягоди калини є вискоєфективною сировиною харчової промисловості у виробництві сиропів, морсів, цукатів, напоїв тощо. Для промислового використання найперспективнішим є попереднє сушіння калини так, як сушені продукти краще зберігаються без додаткових умов, простіше транспортуються й зручніші в технологіях.

2. Для наукових досліджень використали сучасні методи та лабораторне обладнання кафедри технології консервування (сушильну установку DHG-9000 і реактор ІКА LR-2.ST the Versatile).

3. Найбільш придатні для сушіння сорти калини з високим вмістом сухої речовини вирізнялися плоди сортів Київська Садова (23,7 %), Ургень (22,7 %) і Гранатовий браслет (22,1 %). Попереднє осмотичне зневоднення також дозволяє підвищити температуру побуріння продукту, що дозволяє максимально зберегти колір висушених ягід.

4. В результаті математично-статистичного оброблення отриманих даних зневоднення плодів калини отримане рівняння, яке можна використовувати для попереднього прогнозування процесу сушіння.

5. Розроблені технологічна й апаратурно технологічні схеми виробництва порошку з калини сорту «Рубіновий браслет» з попереднім осмотичним зневодненням.

6. На основі проведених розрахунків, проект слід вважати доцільним до впровадження, тому щострок гарантованого повернення інвестицій складає – менше року.

7. В лабораторії передбачені мікрокліматичні параметри повітря, захист від шуму та вібрації, що забезпечує комфортну роботу працюючих без шкоди для здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Угода про Асоціацію «Україна – ЄС» / Урядовий портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kmu.gov.ua/kmu...223223535>.
2. Рослиництво України, 2015 / Державна служба статистики України. – К., 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Breyer M. Superfoods: 11 berries to improve your health [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mnn.com/food/healthy-eating/stories/superfoods-11-berries-to-improve-your-health>.
4. Калина звичайна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3398/kalina>
5. Недеревні ресурси: навч. посіб. / уклад.: А.В. Мигаль, В.В. Бокоч. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2017. – 128 с.
6. Євчук, Я. В. Дослідження режимів конвективного сушіння плодів калини / Я. В. Євчук, Д. В. Іванов, В. В. Шутюк // Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції : матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 20 вересня 2023 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2023. – С. 96-98.
7. Соловей, О. С. Плоди калини як сировина для харчової промисловості / О. С. Соловей, В. В. Шутюк, В. П. Василів // Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Зб. праць за підсум. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. вчен., асп. і студ. (17 – 18 квітня 2019 р.). – К.: РВВ НУБіП, 2019.– С.263.
8. Соловей, О. С. Плоди калини як сировина для харчової промисловості / О. С. Соловей, В. В. Шутюк, В. П. Василів // Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: Зб. праць за підсум. VIII

Міжнар. наук.-практ. конф. вчен., асп. і студ. (17 – 18 квітня 2019 р.). – К.: РВВ НУБіП, 2019.– С.263.

9. Сучасні тенденції розвитку наукових досліджень в сушильних технологіях / В.В. Шутюк, С.М. Василенко, О. С. Бессараб, В.П. Василів // Науковий вісник НУБіП України. – К., 2013.– Вип. 185, Ч. 1. – С. 278-287. – (Серія: техніка та енергетика АПК).

10. Шутюк, В. В. Вплив способів та режимів сушіння на зміну мікроструктури рослинної сировини / В. В. Шутюк // Ukrainian Food Journal. – 2013.– Vol.2, Is. 3. - P. 404-411.

11. Технології сушіння [Текст] : лабораторний практикум для здобувачів освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 181 "Харчові технології" освіт.-проф. програми "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : В. В. Шутюк, О. С. Бессараб, О. В. Бендерська ; Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2020. — 53 с. — каф. технології консервування.

12. Кірчук Р.В. Дозування сипких зв'язних матеріалів під час виробництва органо-мінеральних добрив: Монографія / Р.В. Кірчук, І.Є. Цизь, К.Є. Копець – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2020. – 138 с.

13. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Тепломасообмін : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. 100 с.

14. Дослідження осмотичного зневоднення айви. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/25511>.

15. Дейниченко, Л. Г. Ягоди калини як перспективна сировина для виробництва продуктів з підвищеним вмістом біологічно-активних речовин / Л. Г. Дейниченко, Т. О. Роман // Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 24 листопада 2020 р. – Київ : НУХТ, 2020. – С. 101–102.

16. Функціонально-технологічні властивості порошків з вичавків плодів культур у харчових технологіях / О. І. Сиза, О. М. Савченко, Я. І. Гулова, Ю. С. Яцко // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали VI Міжнародної науково-практичної

конференції, Чернігів, 26-29 квітня 2016 р. – Чернігів : ЧНТУ, 2016. – С. 228–230.

17. Polka D, Podsędek A, Koziółkiewicz M. Comparison of Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Fruit, Flower and Bark of *Viburnum opulus*. *Plant Foods Hum Nutr.* 2019. Vol 74. No. 3. P. 436–442. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00759-1>

18. Rybak T., Tson O., Stashkiv M., Boyko A., Tson A. Analytical and applied model of absorption in the seed grain dresser and pelletizer system. *Вісник ТНТУ.* 2017. Том 87. № 3. С. 111–116. DOI: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2017.03.111

19. Demir H, Atalay D, Erge HS. 2019. Kinetics of the Changes in Bio-Active Compounds, Antioxidant Capacity and Color of Cornelian Cherries Dried at Different Temperatures. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(3): 2032–2040.

20. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / Pivovarov O., Kovaliova O., Khromenko T., Shuliakevych Z. // *Food Science and Technology*, Volume 11 Issue 4/ 2017. – P.29-35.

21. ДСТУ 8474:2015 Плоди калини звичайної. Технічні умови.

22. Методика проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні. За ред. С.О. Ткачик. Вінниця: 2016. 85.

23. Kraujalyte V., Venskutonis P. R., Pukalskas A., Cesonien L., Daubaras R. Antioxidant properties and polyphenolic compositions of fruits from different European cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) genotypes. *Food Chem.* 2013. No. 141. P. 3695–3702. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.054>

24. Moskalets T.Z. et al. Modern breeding and cultivation of unpopular fruits and berries in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2019. 9 (3). P. 204-213.