

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології консервування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____ Віталій ШУТЮК

«__» _____ 20__ р.

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності
(код та назва спеціальності)

181 «Харчові технології»

освітньо-професійної програми «Технології харчових концентрованих продуктів
на основі фруктово-овочевої сировини, чаю, кави та прянощів»

на тему: «Удосконалення технології виробництва природного барвника на основі
шовковиці чорної»

Виконав: здобувач П курсу, групи ЧК-2-10М

Мороз Анастасія Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник д.т.н., проф. Шутюк Віталій Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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): Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра: технології консервування _____

Освітній ступінь: Магістр _____

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма: «Технології харчових концентрованих

продуктів на основі фруктов-овочевої сировини, чаю, кави та
прянощів»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри _____ **Віталій ШУТЮК**

“ _____ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мороз Анастасія Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення технології виробництва природного барвника на основі шовковиці чорної»

керівник роботи _____ д.т.н., проф. Шутюк В. В.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” жовтня 2024 року №168

2. Строк подання здобувачем роботи 10 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1.Матеріали, зібрані під час переддипломної практики. 2.Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1.Загальна характеристика роботи; 2.Аналітичний огляд літератури; 3.

Організація, методологія та методи проведення дослідження;

4.Експериментально-дослідницький розділ; 5.Соціально-економічна

ефективність роботи; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Таблиці – 31 шт.;

Малюнків – 24 шт.

Принципово-технологічна схема – 1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
1-6	Професор, доктор технічних наук Шутюк Віталій Володимирович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Видача завдання. Складання і затвердження розгорнутого плану роботи	15.10-16.10	
2.	Підбір, вивчення та аналіз літературних джерел.	17.10-19.10	
3.	Підбір матеріалів та методів дослідження; освоєння методики досліджень	20.10-21.10	
4.	Виконання експериментальних робіт	22.10-29.10	
5.	Розробка НАССР-плану	30.10-03.11	
6.	Виконання технологічних розрахунків	04.11-06.11	
7.	Розрахунки економічної ефективності	07.11-08.11	
8.	Охорона праці та екологія навколишнього середовища	09.11-14.11	
9.	Висновки і рекомендації	15.11-19.11	
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	20.11-26.11	
11.	Подання роботи науковому керівнику для затвердження	27.11-29.11	
12.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	02.12-04.12	
13.	Попередній захист магістерської роботи	08.12-10.12	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Анастасія МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

д.т.н., проф. Віталій ШУТЮК
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота містить 6 розділів, виконана на 120 сторінках, ілюстрована 31 таблицею і 24 рисунками, містить 60 літературних джерел та 1 додаток.

Метою роботи є удосконалення технології виробництва натурального барвника з плодів шовковиці чорної для забезпечення його стабільності, високої якості, та економічної доцільності у використанні в харчовій промисловості.

Предмет дослідження: особливості впливу технологічних операцій і параметрів переробки шовковиці чорної на якість, стабільність і ефективність отриманого барвника

Об'єкт дослідження: технологія виробництва природного барвника на основі шовковиці чорної.

У ході роботи було проведено аналітичний огляд літератури, визначено фізико-хімічні властивості сировини, обґрунтовано підібрано сорт (*Morus nigra* L., «Українська-107») для вивчення

Досліджено водно-спиртове екстрагування, підібрано найкращу концентрацію розчинника, експериментально доведено валив розрідження на вилучення активних компонентів шовковиці. Встановлено вплив температури, тиску та концентрації декстрину як наповнювача на процес сушіння соку чорної шовковиці. Результатом є підтвердження доцільності використання технологічних операцій, таких як попереднє заморожування, водно-спиртове екстрагування та вакуумне сушіння, для підвищення ефективності отримання натурального барвника з чорної шовковиці.

Також результатом є розробка вдосконаленої принципово-технологічної схеми та НАССР-плану виробництва.

Ключові слова: шовковиця, натуральний барвник, антоціани, дослідження, технологія, концентрування, принципово-технологічна схема, виробництво, екстрагування, сушіння.

ANNOTATION

The qualification work contains 6 chapters, is executed on 120 pages, is illustrated by 31 tables and 24 figures, contains 60 literary sources and 1 appendix.

The purpose of the work is to improve the technology of production of natural dye from black mulberry fruits to ensure its stability, high quality, and economic feasibility in use in the food industry.

Subject of research: features of the influence of technological operations and parameters of black mulberry processing on the quality, stability and efficiency of the obtained dye

Object of research: technology of production of natural dye based on black mulberry.

In the course of the work, an analytical review of the literature was conducted, the physicochemical properties of the raw material were determined, and the variety (*Morus nigra* L., "Ukrainian-107") was reasonably selected for study.

Water-alcohol extraction was investigated, the best solvent concentration was selected, and the effects of dilution on the extraction of active mulberry components were experimentally proven. The effect of temperature, pressure, and dextrin concentration as a filler on the drying process of black mulberry juice was established. The result is confirmation of the feasibility of using technological operations, such as pre-freezing, water-alcohol extraction, and vacuum drying, to increase the efficiency of obtaining natural dye from black mulberry.

The result is also the development of an improved principle-technological scheme and HACCP production plan.

Keywords: mulberry, natural dye, anthocyanins, research, technology, concentration, principle and technological scheme, production, extraction, drying.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	11
1.1. Класифікація харчових барвників	11
1.2. Різноманітність натуральних барвників на ринку України та їх характеристики	16
1.3. Натуральні барвники на основі антоціанів.....	22
1.4. Шовковиця чорна, як перспективна сировина для виробництва природніх барвників.....	27
1.4.1. Ботанічна характеристика сортів шовковиці	27
1.4.2. Хімічний склад плодів шовковиці чорної	29
1.4.3. Світовий досвід використання шовковиці в харчових технологіях	31
1.5. Висновки до розділу 1	34
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	35
2.1. Схема проведення досліджень.....	35
2.2. Методи досліджень	36
2.2.1. Визначення фізико-хімічних і органолептичних показників шовковиці.....	36
2.2.2. Характеристика та принцип дії вакуумно-випарної лабораторної установки ІКА RV 10.....	39
2.2.3. Методика проведення досліджень	40
2.3. Висновки до розділу 2	41

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕРОБКИ ШОВКОВИЦІ ЧОРНОЇ НА ЯКІСТЬ, СТАБІЛЬНІСТЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ОТРИМАНОГО БАРВНИКА.....	42
3.1. Вибір сорту та виду шовковиці для досліджень з огляду на фізико-хімічні показники складу ягоди	42
3.2. Технологічний аналіз шовковиці <i>Morus nigra</i> L. сорт – «Українська 107».	44
3.3. Дослідження водно-спиртового екстрагування шовковиці чорної	48
3.4. Дослідження сушіння соку шовковиці чорної.....	49
3.5. Екстрагування пюре шовковиці в умовах розрідження	58
3.6. Висновки до розділу 3	60
РОЗДІЛ 4. ОФОРМЛЕННЯ НАССР-ПЛАНУ	62
4.1. Принципово-технологічна схема виробництва соку концентрованого із шовковиці.....	63
4.2.1. Опис харчового продукту та його цільове призначення.....	68
4.2. Аналіз ризиків при виробництві обраного продукту	69
4.2.1. Визначення небезпечних чинників.....	70
4.2.2. Встановлення значущості ризиків	81
4.2.3. Аналіз наявності ККТ в технологічному процесі	82
4.2.4. Розроблення процедур моніторингу та встановлення коригуючих дій	85
4.3. НАССР план для виробництва соку концентрованого із шовковиці..	87
4.4. Висновки до розділу 4	90
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЦТВА СОКУ КОНЦЕНТРОВАНОГО ІЗ ШОВКОВИЦІ	91

5.1. Сировина і основні матеріали	91
5.2. Тара та допоміжні матеріали	92
5.3. Паливо, електроенергія на технологічні цілі	94
5.4. Заробітна плата основних виробничих робітників	94
5.5. Розрахунок додаткової заробітної плати	96
5.6. Розрахунок нарахування на заробітну плату.....	97
5.7. Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування	98
5.8. Розрахунок загальновиробничих витрат	98
5.9. Розрахунок виробничої собівартості 1 тони продукції	98
5.10. Розрахунок адміністративних витрат	99
5.11. Розрахунок витрат на збут	99
5.12. Визначення ефективності виробництва продукції.....	99
5.13. Висновки до розділу 5.....	102
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	103
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	111
ДОДАТКИ.....	119

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку харчових технологій використання натуральних барвників, зокрема з плодів чорної шовковиці (*Morus nigra* L.), набуває дедалі більшої актуальності. Зростання попиту на екологічні та корисні продукти зумовлює потребу у створенні стабільних та безпечних натуральних барвників, які є альтернативою синтетичним аналогам. Чорна шовковиця є багатим джерелом антоціанів, які, крім високої барвної здатності, мають антиоксидантні та протизапальні властивості, що робить її перспективною сировиною для виробництва природних барвників. Однак, для забезпечення ефективності та стабільності отриманого продукту необхідно вдосконалити технологічні операції його виробництва, що і визначає актуальність обраної теми.

Метою роботи є удосконалення технології виробництва натурального барвника з плодів шовковиці чорної для забезпечення його стабільності, високої якості, та економічної доцільності у використанні в харчовій промисловості.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва природного барвника на основі шовковиці чорної.

Предмет дослідження: особливості впливу технологічних операцій і параметрів переробки шовковиці чорної на якість, стабільність і ефективність отриманого барвника.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- ✓ Провести аналітичний огляд літератури щодо природних барвників на основі чорної шовковиці;
- ✓ визначити фізико-хімічні та органолептичні властивості чорної шовковиці як сировини для отримання натурального барвника;
- ✓ розробити схему проведення експериментального дослідження;
- ✓ дослідити вплив технологічних операцій (екстрагування, сушіння, обробка в умовах розрідження) на якість та стабільність барвника.

- ✓ проаналізувати отримані результати та розробити рекомендації щодо вдосконалення технології;
- ✓ розробити схему технологічного процесу виробництва барвника;
- ✓ оцінити соціально-економічну значимість отриманих результатів.

Методи дослідження:

У роботі використано експериментальні, аналітичні та статистичні методи, зокрема фізико-хімічний аналіз, органолептичну оцінку, методи вакуумної екстракції, а також економічні розрахунки ефективності виробництва.

Дослідження проведено на базі Національного університету харчових технологій у лабораторних умовах із використанням сучасного обладнання, зокрема вакуумно-випарної лабораторної установки ІКА RV 10.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Класифікація харчових барвників

Використання харчових барвників у промисловості, зокрема у харчовій, набуло неабиякої популярності, а в деяких випадках стало технологічною необхідністю. Адже під час впливів на сировину і продукти (температурні зміни, коливання рівня рН, застосування ферментів, взаємодія кольорових компонентів сировини з основними складниками їжі), виникають зміни кольору продуктів. Тому потреба в стабілізації та відновленні кольору за допомогою харчових добавок, в тому числі харчових барвників, зростає. Також барвники використовують для розширення асортименту продуктів, які зазвичай не мають вираженого кольору.

Харчові барвники – це речовини, що мають природне або штучне (синтетичне) походження й застосовуються для надання, посилення або відновлення кольору харчових продуктів.

За походженням барвники, що використовуються для підфарбовування харчових продуктів, поділяють на три групи:

- натуральні барвники рослинного або тваринного походження;
- штучні (ідентичні натуральним);
- синтетичні органічні барвники;
- мінеральні барвники.

У збірнику міжнародно схвалених і поданих в однаковому вигляді стандартів на харчові продукти «Codex Alimentarius», харчові добавки E 100-E 182 – це барвники, або речовини, що відновлюють або імітують колір продукту. Зазначається, що добавка може вважатися або бути віднесеною до функціонального класу барвників лише якщо, вона слугує одній або кільком із наступних цілей: відновлення початкового зовнішнього вигляду продукту харчування, колір якого змінився через переробку, зберігання, пакування та розповсюдження, що могло погіршити візуальне сприйняття продукту; підвищення візуальної привабливості продукту харчування; надання кольору

продукту харчування, який без цього є безбарвним [1]. Перелік барвників зареєстрованих та дозволених для використання в Україні представлено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1

Перелік барвників, зареєстрованих та дозволених для використання в Україні

Е-номер	Назва
1	2
E 100	Куркумін Curcumin
E 101	Рибофлавіни Riboflavins
E 102	Тартразин Tartrazine
E 104	Хіноліновий жовтий Quinoline Yellow
E 110	Жовтий «сонячний захід» FCF/помаранчево-жовтий S Sunset Yellow FCF/Orange Yellow S
E 120	Кошеніль, Кармінова кислота, Карміни Cochineal, Carminic acid, Carmines
E 122	Азорубін, Кармуазин Azorubine, Carmoisine
E 123	Амарант Amaranth
E 124	Понсо 4R, Кошенілевий червоний А Ponceau 4R, Cochineal Red A
E 127	Еритрозин Erythrosine
E 129	Спеціальний червоний АС Allura Red AC
E 131	12 E 131 Патентований синій V Patent Blue V
E 132	Індіготин, Індигокармін Indigotine, Indigo carmine
E 133	Діамантовий синій FCF Brilliant Blue FCF
E 140	Хлорофіли і хлорофіліни Chlorophylls and chlorophyllins
E 141	Мідні комплекси хлорофілів і хлорофілінів Copper complexes of chlorophylls and chlorophyllins
E 142	Зелений S Green S
E 150a	Цукровий колер I, проста карамель* Plain caramel
E 150b	Цукровий Колер II, каустична сульфїтна карамель Caustic sulphite caramel
E 150c	Цукровий колер III, амїачна карамель Ammonia caramel

1	2
E 150d	Цукровий колер IV, сульфітно аміачна карамель Sulphite ammonia caramel
E 151	Діамантовий чорний PN Brilliant Black BN, Black PN
E 153	Вугілля рослинне Vegetable carbon
E 155	Коричневий НТ Brown NT
E 160a	Каротини Carotenes
E 160(i)	Аннато Біксин Annatto bixin
E 160(ii)	Аннато Норбіксин Annatto norbixin
E 160c	Екстракт паприки, капсантин, капсорубін Paprika extract, capsanthin, capsorubin
E 160d	Лікопін Lycopene
E 160e	Бета-апо-8- каротенал (С 30) Beta-apo-8-carotenal (C 30)
E 161b	Лютеїн Lutein
E 162	Червоний буряковий, бетанін Beetroot Red, betanin
E 163	Антоціани Anthocyanins
E 170	Карбонат кальцію Calcium carbonate
E 171	Діоксид титану Titanium dioxide
E 172	Оксиди та гідроксиди заліза Iron oxides and hydroxides
E 173	Алюміній Aluminium
E 174	Срібло Silver
E 175	Золото Gold
E 180	Літолрубін ВК Litholrubine BK
(*) Під терміном «цукровий колер» (caramel) маються на увазі продукти більш або менш насиченого коричневого кольору, призначені для забарвлення. Він не має відношення до цукрового ароматичного продукту, отриманого шляхом нагрівання цукру, який використовується для ароматизації харчових продуктів (наприклад, кондитерських виробів, тістечок, алкогольних напоїв).	

З середини ХХ ст. більшість країн ухвалила закони про умови використання харчових барвників, і затвердила списки колорантів, дозволених до застосування. Відсутність єдиних вимог до оцінки нешкідливості харчових барвників призводить до того, що дозволені в одних країнах барвники, є забороненими до використання в інших.

Харчові барвники мають відповідати таким вимогам:

1. нешкідливість при всіх використовуваних і дозволених дозуваннях;
2. нешкідливість при всіх умовах застосування;
3. термо-, кислото-, світлостійкість;
4. відсутність взаємодії з компонентами продукту;
5. простота застосування для фарбування продукту;
6. висока барвна здатність;
7. економічна ефективність.

Для вироблення єдиних критеріїв нешкідливості харчових барвників та інших добавок при Організації з продовольства і сільського господарства при ООН і ВООЗ створено Об'єднаний комітет експертів із харчових добавок (JECFA), а в ЄС – Науковий комітет із продуктів харчування (SCF). Ці організації дають дозвіл щодо застосування чи заборони тієї чи іншої добавки, а також визначають для кожної дозволеної добавки величину ADI – acceptable daily intake (допустиме добове споживання) і кількісні характеристики (вміст основної речовини, важких металів, домішок, токсикологічні характеристики та ін.). З урахуванням рекомендацій Міжнародних організацій держави приймають законодавчі рішення про застосування Харчових барвників на території своєї країни. Так, наприклад, в Україні заборонені ряд харчових барвників: E121 – цитрусовий червоний 2, E123 – червоний амарант, E128 – червоний 2G, E154 – коричневий FK та інші [2].

У літературі з харчових барвників, а також у Директиві країн Європейського союзу (далі ЄС) з харчових барвників, всі харчові добавки, дозволені для фарбування харчових продуктів, прийнято називати барвниками (кольору). Національний стандарт України по маркуванню харчових

продуктів (ДСТУ 4518-2008) і Директива ЄС по маркуванню харчових продуктів передбачають в якості єдиного варіанта винесення на етикетку слова «барвник» з наступним його найменуванням або вказівкою Е-індексу.

Оскільки визначення класів харчових добавок, включаючи барвники, наведені в ДСТУ 4518-2008, ґрунтуються тільки на їх функціональних властивостях і не стосуються хімічної природи і складу, до зазначеного визначення можна дати додаткове пояснення: харчові барвники – це індивідуальні органічні фарбувальні речовини і їх суміші, неорганічні або органічні пігменти та їх суміші, з незабарвленими компонентами або без них. Оскільки за визначенням харчові барвники – це харчові добавки, то до них не належать пофарбовані прянощі і харчові продукти, здатні забарвлювати їжу – паприка, шафран, куркума, червоний буряк, гібіскус, шпинат, соки, екстракт моркви, палений цукор та ін.

Застосування барвників дозволяє: створити широкий асортимент харчових продуктів, що відрізняються за кольором; відновити первинне забарвлення продукту, втрачену при обробці або зберіганні; посилити інтенсивність природного забарвлення; стандартизувати характеристики кольору харчової продукції незалежно від щорічних коливань якості вихідної сільськогосподарської сировини.

Використання барвників дозволяє зробити продукцію привабливою для споживача і, відповідно, підвищити її фізіологічне засвоєння. Не допускається використання барвників для маскуванню зміни кольору харчових продуктів, обумовленого їх псуванням чи недоброякісністю сировини [1].

1.2. Різноманітність натуральних барвників на ринку України та їх характеристики

Ринок барвників в Україні є так само великий, як і ринок смакоароматичних харчових добавок, тому що ці інгредієнти застосовуються майже у всіх галузях харчової промисловості. На українському ринку барвників можна знайти всі їх види: природні й синтетичні, органічні та мінеральні як вітчизняного, так й іноземного походження [3].

З 2005 р. й дотепер особливо популярним в Україні, як і за кордоном, є карамельний барвник, який не руйнується при нагріванні, дії світла, зміні рН й широко використовується для підфарбовування безалкогольних і лікерогорілчаних виробів. Карамельний барвник охоплює 13 % ринку природних барвників. У 2005 р. він був використаний підприємствами галузі у обсязі 175 т, що у вартісному вираженні становило 215 тис. дол. США [4].

В Україні дедалі збільшується, відповідно до світових тенденцій, використання природних барвників. Так, у 2004 році значну частку в імпорті барвників становило постачання антоціанінів з шкірки винограду (найбільший постачальник - італійська фірма Rudolf Keller)

Сировина для виробництва більшості натуральних барвників, що застосовуються у харчовій промисловості, здебільшого вирощується за кордоном (Південна Америка, Африка, Індія та Індонезія). Сучасна тенденція у виробництві барвників полягає у більш глибокій обробці пігментів безпосередньо в регіонах їхнього походження.

Імпорт барвників в Україну, в зв'язку із зростаючим попитом на них, постійно збільшується. Обсяг імпорту барвників в Україну країнами імпортерами у грошовому виразі наведено на рисунку 1.1 [3].

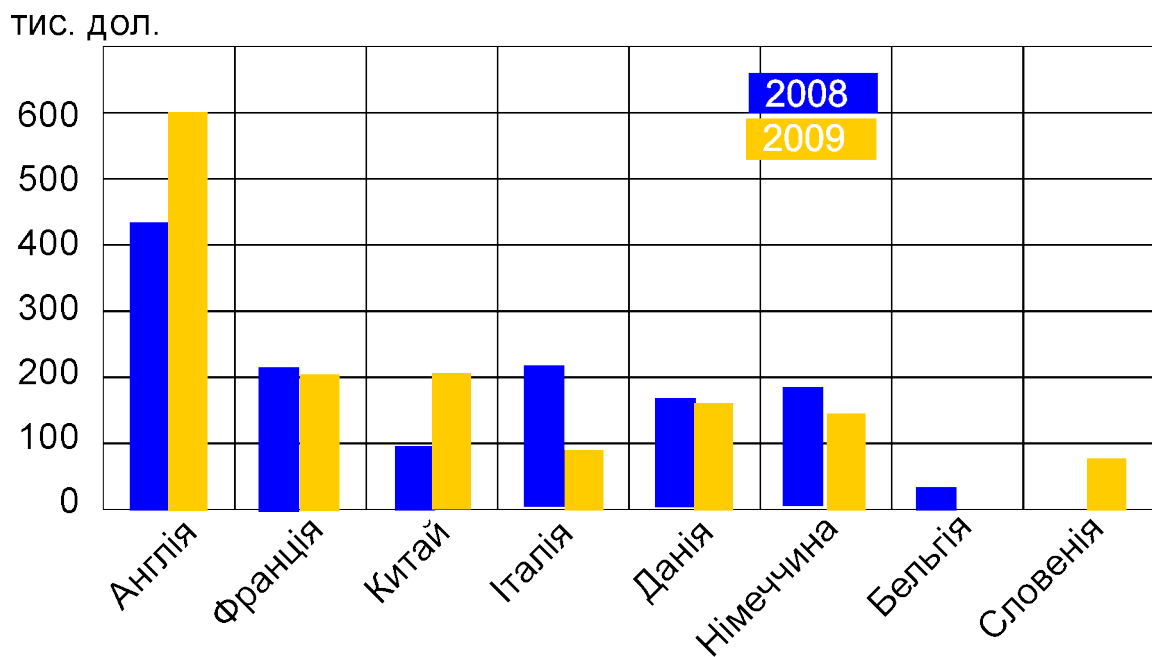


Рис 1.1. Обсяг імпорту барвників рослинного і тваринного походження у першому півріччі 2008 й 2009 року країнами імпортерами у грошовому виразі (тис. дол.)

Відзначається, що ріст імпорту барвників пов'язаний із збільшенням їх використання у харчовій галузі у цілому.

Останнім часом на українському ринку з'являються і місцеві компанії, які займаються виробництвом та реалізацією харчових барвників. До них належать: ТОВ «Факторія-Київ», ТОВ «Еко Ресурс Україна», ТОВ «КФФ ГРУПП», «Integra Ingredients», «Unitorg Company», ТОВ «Темпо логістик» та інші.

Отож, таке різноманіття пропозицій дозволяє використовувати найрізноманітнішої природи барвники, але застосування в виробництві продукції натуральних колорантів зараз набуває неабиякої популярності. На це впливає краща обізнаність споживачів, оскільки синтетичні барвники викликають серйозні проблеми зі здоров'ям. А також законодавчі обмеження, які зобов'язують мінімізувати або виключити взагалі використання раніше схвалених штучних барвників. Як наслідок, у всьому світі спостерігається інтерес до розробки харчових барвників з природних джерел.

Натуральні барвники зазвичай виділяють з природних джерел у вигляді суміші сполук, різних за своєю хімічною природою, склад якої залежить від

джерела і технології одержання. Серед натуральних барвників можна виділити **каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіли та їх мідні комплекси** й ін.

Вони, як правило, не мають токсичності, але для багатьох із них встановлені, допустимі добові дози (ДДД). Деякі натуральні харчові барвники або їх суміші і композиції мають біологічну активність, є смаковими і ароматичними речовинами, підвищують харчову цінність забарвленого продукту [5].

Повний перелік природних барвників та Е-кодифікація наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Природні барвники*

Е-код	Назви барвника	
	українська	англійська
1	2	3
E100	Куркуміни (барвник з <i>Curcuma longa</i> L):	Curcumins
(I)	Куркумін	Curcumin
(II)	Турмерик (порошок кореневища куркуми)	Turmeric
E101 (III)	Рибофлавін з <i>Bacillus subtilis</i>	Riboflavin
E103	Алканін (алканет)	Alkanet
E120	Карміни (кошеніль)	Cochineal, carminic acid
E140	Хлорофіл	Chlorophyll
E141	Мідні комплекси хлорофілів і хлорофіліну	Copper chlorophylls
E141	Мідний комплекс хлорофілу	Copper chlorophylls
E141	Мідного комплексу хлорофіліну натрієва і калієва солі	
E150	Цукровий колер:	Caramel color
E150a	Цукровий колер I простий	Caramel I
E150b	Цукровий колер II	Caramel II -Caustic sulphite process
E150c	Цукровий колер III	Caramel III -Ammonia process
E150d	Цукровий колер IV	Caramel IV -A
E160	Каротини:	
E160a	Екстракти натуральних каротиноїдів	Natural extracts

1	2	3
E160b	Екстракти анато (біксин, норбіксин)	Anniato extracts (bixin, norbixin)
E160c	Маслосмоли паприки (капсантин, капсарубін)	Paprika oleoresins
E160d	Лікопін	Lycopene
E160e	Бета-апо-8-каротинол	Beta-apo-8'-Caro-tenal
E160f	Метилловий і етиловий ефіри βapo-8'-каротинової кислоти	Beta-apo-8'-caro-tenoic acid methyl- and ethylester
E161	Каротиноїди:	
E161a	Флавоксантин	Flavoxanthine
E161b	Лютеїн	Luteine
E161c	Криптоксантин	Kryptoxanthin
E161d	Рубіксантин	Rubixanthin
E161e	Віолоксантин	Violoxanthin
E161f	Родоксантин	Rhodoxanthin
E161g	Кантаксантин	Canthaxanthin
E162	Червоний буряковий (бетанін)	Beet red
E163	Антоціани:	Anthocyanins
(I)	антоціани	Anthocyanins
(II)	екстракт з шкірки винограду, енобарвник (енобарвник)	Grape skin extract
...(III)	екстракт з чорної смородини	Blackcurrant extract
E181	Таніни харчові	Tannins (food grade)
E182	Орсейл, Орсин	Orchil
-	Червоний рисовий	Anka red

Примітка. *Темним кольором виділені добавки, яких немає в переліку харчових добавок регламенту європейського парламенту та ради (ЄС) № 1333/2008.

Однак на практиці з представленого списку природних барвників застосовується лише незначна частина.

Природні барвники класифікують за розчинністю і за кольором барвних речовин.

За розчинністю природні барвники поділяються на:

- жиророзчинні: хлорофіл, каротини;
- розчинний у воді: антоціани, флавоноїди, бетаціанін, бетаксантин;
- інші: куркумін, рибофлавін та ін.

За барвниковими речовинами природні барвники поділяють на:

- флавоноїди (антоціани, флавони і флавоноли),

- каротиноїди
- хлорофіли [5].

Таблиця 1.3

Групи природних барвних речовин [5]

Назва		Відтінки		Сировина
Флавоноїди	Антоціани (відтінки залежать від рН і комплексів з металами)	Червоний	pH<7	Смородина, виноград, вишня, суниця
		Рожевий	pH<7	
		Синій	pH> 7	
		Фіолетовий	pH> 7	
	Флаволи, флавоноли, аурони, халкони	Жовтий		Квіти жовтого кольору, пшениця, рис, петрушка
Каротиноїди		Червоний		Морква (каротин); томати (лікопін); маслосмоли паприки
Хлорофіли		Зелений		Зелені частини рослини

Каротиноїди. Вуглеводні ізопреноїдного ряду $C_{40}H_{56}$ (каротини) і їх кисневмісні похідні – рослинні червоно-жовті пігменти. Вони не розчинні у воді і добре розчинні у жирах і органічних розчинниках. Склад каротиноїдів визначається характером сировини, із якого він виділяється екстракцією. Прикладом каротиноїдів є **β-каротин** (барвник Е 160). Каротиноїди рослинні – червоно-жовті що забезпечують забарвлення ряду овочів фруктів яєчного жовтка та інших продуктів. β-каротин отримують синтетичним шляхом (α-βкаротин синтетичний) або виділяють із природніх джерел, у тому числі із крилю, у суміші з іншими каротиноїдами (Е 160а – екстракт натуральних каротинів) у вигляді водо- або жиророзчинних форм.

Для виділення та визначення каротинів широко використовується хроматографічний метод.

Хлорофіли (магній-заміщені похідні порфірину) – природні пігменти, що надають зеленого забарвлення багатьом овочам і плодам. Застосування хлорофілів як барвників у харчовій промисловості стримується їхньою нестійкістю: при підвищеній температурі зелений колір переходить у маслиновий, потім у брудно жовтий внаслідок утворення феофітину.

Ліофільні пігменти (хлорофіли, каротиноїди) вилучають за допомогою неполярних розчинників, рослинних олій. Вміст забарвлюючих речовин у вихідній сировині досить низький (1...4%), тому використовуються спеціальні прийоми для їх очищення та концентрування. Велике значення можуть мати хлорофіли й хлорофілоподібні комплекси, що містять, як правило, мідь як центральний атом і мають інтенсивне зелене забарвлення (Е 141 – мідні комплекси хлорофілів) [1].

Флавоноїди. Природні барвникові речовини родини флавоноїдів належать до групи поліфенолів.

Флавоноїди – група біологічно активних речовин поліфенольного характеру з загальною формулою С₆–С₃–С₆ (рисунок 1.2).

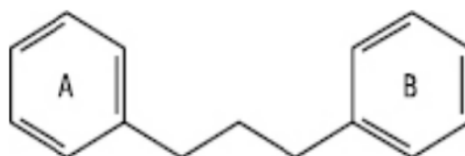


Рис. 1.2 – Загальна формула флавоноїдів

Флавоноїди поділяються на кілька підкласів: антоціанінів, флаванолів, флаванонів, флавонолів, флавонів та ізофлавонів.

Рослини виробляють флавоноїди як захист від паразитів, окиснювального ушкодження та суворих кліматичних умов.

Найпоширеніші природні барвники: антоціани; флаволи, флавоноли.

Флавоноїди рідко зустрічаються у вільному стані: пилок квіток містить кверцетин; у корі дерев містяться катехіни, лейкоантоціанідини. Більшість флавоноїдів представлені глікозидами [5].

Кармін – червоний барвник (Е 120).

Кармін (основний компонент – кармінова кислота) одержують екстракцією з кошенілі: висушених і розтертих комах (жіночої статі), червців виду *CoccusSactic*, що живуть на кактусах, які виростають у Південній Америці, Африці. Останнім часом кармін отримують синтетичним шляхом.

ДДД амонієвого карміну 5 мг/кг [1].

1.3. **Натуральні барвники на основі антоціанів**

Антоціани – це природні пігменти, які надають червоного, фіолетового та синього забарвлення багатьом плодам, овочам і квітам. Вони відповідають за червоно-фіолетові та рожеві відтінки у рослин. Окрім естетичної функції, ці барвники відіграють важливу роль у залученні комах для запилення, а також захищають рослини від ультрафіолетового випромінювання та пошкоджень.

Найбільша кількість антоціанових барвників (харчова добавка E163) міститься у відходах чорної смородини, вишні, чорниці, чорноплідної горобини, бузини, журавлини, малини, полуниці, шипшини. Саме ця сировина є джерелом для одержання цього натурального барвника.

Серед найпоширеніших антоціанів, що відповідають за забарвлення овочів та фруктів відносяться наступні (рисунок 1.3):

- ціанідин (чорна смородина, малина, бузина, червона капуста);
- дельфінідин (чорна смородина, чорниця);
- мальвідин (виноград);
- пеларгонідин (полуниця і редис);
- пеонідин (журавлина);
- петунідин (чорниця).



Рис.1.3. – Найпоширеніші пігменти антоціанів

Це фенольні сполуки, що є моно- і диглікозидами. Під час гідролізу вони розпадаються на вуглеводи (галактоза, глюкоза, рамноза та ін.) і аглікани, представлені антоціанідами (пеларгонідин, ціанідин, дельфінідин та ін.) [5].

Загальна молекулярна структура антоціану показана на рисунку 1.4

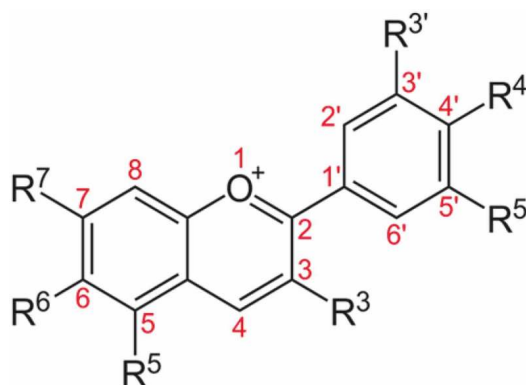


Рис.1.4. – Основна структура антоціанів.

Стабільність антоціанів залежить від типу пігменту антоціану, світла, температури, рН, наявності іонів металів, ферментів, кисню та антиоксидантів.

Колір антоціанів залежить від рН розчину. Це пов'язано з тим, що молекулярна структура антоціанів має іонну природу [6].

Зміна забарвлення барвника в результаті зміни рН середовища:

- за рН 1,5...2 – найбільш стійке червоне забарвлення;
- за рН 3,4...5 – червоно-пурпурове забарвлення (за рН вище 4,5 – як пігмент чорної смородини);
- за рН 6,7...8 – синє, синьо-зелене забарвлення;
- за рН 9 – зелене забарвлення;
- за підвищення рН до 10 – жовте забарвлення[5].

Відомо, що окрім різних значень рН, на зміну кольору антоціанів у розчині впливають копігментація та температура. Копігментація антоціанового аглікону називається явищем, коли антоціанідини посилюються іонами металів або флавоноїдами. Копігментація сприяє стабілізації забарвлення листя, квітів і плодів рослини [7].

Забарвлення антоціанових барвників змінюється і під час утворення комплексів з різними металами: солі магнію і кальцію мають синє забарвлення, калію – червоно-пурпурове. Збільшення метильних груп в молекулі антоціанів змінює забарвлення у бік червоних відтінків. Представниками цієї групи барвників є власне антоціани (E163 I): енобарвник (E163 II) і екстракт з чорної смородини (E163 III).

Антоціани менш стабільні при більш високих температурах розчину. Попередні дослідження повідомляють, що термічна обробка антоціанів при максимальній температурі 35 °C знизилася їх загальний вміст у звичайному винограді до менш ніж половини його кількості порівнянні з контрольними ягодами при 25 °C [8].

При температурі до 40 °C колір антоціану змінюється з червоного на помаранчевий, хоча рН розчину залишається незмінно кислим [9].

На відміну від цього, є і інші дослідження. У яких йдеться про те, що термічна обробка розчину екстракту, що багатий на антоціани, може не викликати кількісних змін антоціанових пігментів. Це тому, що екстракт зазвичай містить фенольні сполуки, які ферментативно розщеплюються поліфенолоксидазою Крім того, у дослідженнях було показано, що м'яка термічна обробка екстракту до температури 50 °C інактивує ферментативну реакцію [10]. Таким чином, м'яка термічна обробка сировини, як наприклад бланшування, в харчовій промисловості може запобігти окисленню антоціанів поліфенолоксидазою.

Екстракція та ідентифікація антоціанів.

При використанні органічних розчинників, таких як метанол і етанол, для екстракції пігментів антоціанів, зустрічаємось із проблемою їх токсичності. Хоча етанол вважається загалом безпечним розчинником для екстракції, але використання розчинників на водній основі є більш екологічним способом.

Субкритична екстракція на водній основі є одним з методів, які були випробувані для екстракції антоціанів з ягід. Цей метод використовує підкислену воду (0,01 % HCl, рН – 2,3), яка піддається впливу високих температур від 110 до 160 °С при постійному тиску 40 бар [11]. Це високоефективний метод екстракції антоціанів з фруктів. Антоціанові пігменти також можуть бути екстраговані додаванням діоксиду сірки до води для стабілізації структури антоціану з посиленням коефіцієнтом дифузії молекул антоціану через тверду речовину [12]. Це збільшує розчинність антоціанів з рослини при екстракції водою.

Антоціани отримують з рослин у вигляді сирової суміші. З цієї причини необхідне виділення або відділення певного типу антоціанів. Виділення та ідентифікація антоціанів може проводитися різними хроматографічними методами.

Антоціани, отримані з рослин, використовувалися як харчові добавки. E163 (II) є однією з комерційних добавок, отриманих з фруктового антоціану виноградних шкірок, має вигляд рідини інтенсивно-червоного кольору. Є сумішшю забарвлених, різних за своєю будовою органічних сполук, в першу чергу антоціанів і катехінів. Забарвлення продукту енобарвником залежить від рН середовища: в кислому середовищі – червоне забарвлення, в нейтральних і слабколужних середовищах енобарвник надає продукту синього відтінку. Тому під час використання енобарвника в кондитерській промисловості одночасно застосовують і органічні кислоти для створення необхідного рН середовища. Також використовується при виробництві варення, джемів та напоїв.

Останнім часом в якості жовтих і рожево-червоних барвників почали використовувати пігменти антоціанової природи, що містяться в соку чорної смородини (E163 III), чорної бузини, порічки, журавлини, брусниці, пігменти чаю, що містять антоціани, і катехіни, а також барвник темно-вишневого кольору, виділений з буряка – буряковий червоний (E162) що має смак кисло-солодкого гранату.

Наразі синтетичні харчові барвники привернули увагу громадськості з точки зору їх безпечності та негативного впливу на здоров'я людини, зокрема на неврологічні функції та поведінкові ефекти. Клінічне дослідження за участю загалом 153 трирічних та 144 дітей віком від восьми до дев'яти років показало, що штучні барвники, які містили суміш жовтого заходу сонця (E110), кармуазину (E122), тартразину (E102), понсо 4R (E124), хінолінового жовтого (E104) та червоного Allura Red AC (E129) у поєднанні з бензоатом натрію (E211), призводили до значного збільшення гіперактивності у нормальних дітей та погіршували цей стан в період дитинства [13].

Ця знахідка привернула великий інтерес до вивчення натуральних харчових барвників, таких як антоціан, як перспективної альтернативи синтетичним харчовим барвникам. Використання барвників на основі антоціанів у йогуртах та деяких купажах фруктових соків стає все більш популярним. Адже раніше деякі виробники дійсно використовували лише синтетичні барвники у своїй продукції. Однак вони можуть бути токсичними, особливо при надмірному споживанні.

Краще використовувати в харчових технологіях ацильовані антоціани, адже в порівнянні із неацильованими вони мають більшу стабільність [14]. Велика кількість неацильованих антоціанів отримується з деяких ягід, таких як бузина, барбарис і шовковиця при відносно низьких витратах.

Різноманітність рішень на основі натуральних барвників з антоціанів дозволяє використовувати їх практично для будь-якого харчового продукту для фарбування в помаранчевий, червоний, рожевий, фіолетовий або блакитний колір. Проте, найбільш поширеними областями застосування антоціанів є виробництво напоїв, фруктових наповнювачів, кондитерських виробів і морозива. Антоціаніни широко використовуються в напоях, кондитерських виробках, мармеладі і джемах.

1.4. Шовковиця чорна, як перспективна сировина для виробництва природніх барвників

1.4.1. Ботанічна характеристика сортів шовковиці

Шовковиця або тутовик (*Morus*) – багаторічна деревна рослина з родини тутових. Назва родини пов'язана з використанням листків одного з видів для відгодівлі гусениць тутового шовкопряда. Батьківщиною рослини вважається південно-східна Азія (Корея, Китай), саме там досі зустрічається її дика форма.

В Україні як плодові рослини культивують три види шовковиці – два азіатського походження - шовковиця біла (*M. alba*) та шовковиця чорна (*M. nigra* L.) і американського – шовковиця червона (*M. rubra* L.) [15].

Шовковиця має добре розвинену кореневу систему, яка дозволяє рослині ефективно адаптуватися до різних типів ґрунтів. Корінь проникає глибоко в землю, забезпечуючи рослину вологою навіть у посушливих умовах. Це робить шовковицю чудовим деревом для посушливих регіонів або для зміцнення ґрунтів, схильних до ерозії.

Стовбур шовковиці вкритий корою бурого або сірого кольору, залежно від віку та сорту. Він може досягати значної товщини у старих дерев. Висота рослини коливається від 5 до 20 метрів. Молоді гілки зазвичай гладенькі, світло-зеленого кольору, із часом набувають бурого відтінку. Крона дерева широка, округла, часто густа, що забезпечує гарний затінок. Це особливо цінно в теплих регіонах, де шовковиця часто використовується для створення затінкових зон.

Листя шовковиці має просту, яйцеподібну або серцеподібну форму із зубчастими краями. Їх розмір та текстура залежать від сорту. Листя білої шовковиці зазвичай м'якші, тонші, світло-зеленого кольору, тоді як у чорної шовковиці вони темніші, грубіші, з більш вираженою структурою. Восени листя набуває жовтого забарвлення, додаючи декоративності дереву.

Квіти шовковиці дрібні, зібрані в компактні суцвіття-колоски. Зазвичай шовковиця є дводомною рослиною, тобто чоловічі та жіночі квітки

знаходяться на різних рослинах, хоча трапляються й однодомні види. Квіти непоказні, зеленкуватого кольору, запилення відбувається за допомогою вітру.

Особливу увагу привертають плоди шовковиці, які насправді є супліддями, що утворюються внаслідок зрощення багатьох дрібних кістянок. Плоди можуть бути різного кольору – від білого і рожевого до темно-червоного, фіолетового чи майже чорного. Залежно від сорту їхній розмір коливається від 2 до 5 см. М'якуш плодів соковитий, солодкий або кисло-солодкий, багатий на вітаміни (особливо С, К, групи В), органічні кислоти, цукри та антиоксиданти.

Шовковиця біла (*Morus alba*) є найбільш поширеним видом, відомим своєю морозостійкістю та здатністю рости на різноманітних ґрунтах. Її плоди зазвичай білого, рожевого або злегка жовтуватого кольору, із м'яким, солодким смаком (рисунк 1.5). Цей вид часто вирощується як кормова культура для шовкопрядів через високу поживність його листя.

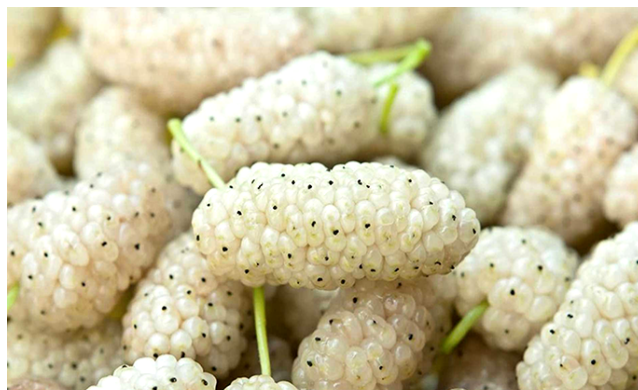


Рис.1.5. – Шовковиця біла (*Morus alba*)

Дерева шовковиці чорної (*Morus nigra* L.) ростуть до 15 м, мають розкидисту крону. Листки знизу іноді опушені. Вони великі (до 20 см), несиметричні. Плоди теж великі, довжиною до 3 см, соковиті, смачні, темно-фіолетового кольору (рисунк 1.6). Досягають спілості у червні-липні. Рослини добре переносять сухість повітря і ґрунту. У кліматичних умовах України шовковиці чорній холоднувато, взимку може сильно обмерзати, тому для північних широт вона не підходить, навіть в південних зазвичай потребує зимового укриття [15].



Рис.1.6. – Шовковиця чорна (*Morus nigra* L.)

Червона шовковиця (*Morus rubra*) має походження з Північної Америки. Її дерева виростають до 10-15 метрів і формують шатровидну крону. Листя велике, довжиною до 12 см, на молодих пагонах має лопатеву форму, зверху шорстке, а знизу вкрито пухом. Плоди мають кисло-солодкий смак, темно-червоний або майже чорний колір і дуже нагадують ожину (рисунк 1.7). Дозрівають вони наприкінці липня. Червона шовковиця невибаглива до ґрунтових умов, добре переносить невелику посуху та характеризується високою витривалістю.



Рис.1.7. – Червона шовковиця (Morus rubra)

Найкращі сорти наукової селекції, районовані в Україні, це:

- «Українська-1»;
- «Харківська-3»;
- «Українська-107».

Окрім плодових сортів, виведено декілька декоративних форм. Переважають форми з білими чи рожевими ягодами, але є й із чорними.

- Плакуча
- Пірамідальна
- Кулеподібна [16].

1.4.2. Хімічний склад плодів шовковиці чорної

Повністю зрілі плоди шовковиці мають чудовий смак та приємний аромат. Їх споживають свіжими, та використовують для виготовлення продуктів з доданою вартістю. Плоди шовковиці вважаються корисними для людей завдяки їх високій поживній цінності. Крім того, плоди шовковиці містять різноманітні корисні нутрієнти, які відіграють важливу роль у метаболізмі людини [17].

Кожен різновид шовковиці містить значну кількість вітаміну С, однак серед усіх різновидів *M. nigra* містить максимальну кількість [18]. Ягоди шовковиці також містять деякі важливі алкалоїди, які активують макрофаги, стимулюючи імунну систему і, отже, захищають організм людини від хвороб [19]. Основними цукрами, присутніми в шовковиці, є фруктоза та глюкоза, кількість яких збільшується з дозріванням плодів У плодах шовковиці міститься багато органічних кислот, а саме лимонна кислота, винна кислота, яблучна кислота, бурштинова кислота та фумарова кислота, однак яблучна кислота є переважно органічною кислотою в усіх видах [18]. Шовковиця також є чудовим джерелом деяких важливих мінералів, зокрема кальцію, фосфору, калію, магнію та натрію. Тим не менш, вміст мінералів відрізняється в залежності від фенотипу [20].

За даними «USDA Nutrient Database» в 100 грамах плодів шовковиці міститься: вода (вміст вологи) - 85 г, білки - 1.44 г, жири - 0.4 г, вуглеводи - 8,1 г, харчові волокна - 1,7 г, зола - 0,7 г

У 100 г шовковиці в середньому міститься близько 43 ккал. Інші поживні речовини ягоди зображені у таблиці 1.4 [21].

Таблиця 1.4

Нутрієнти, що містяться у 100грамах шовковиці чорної (*Morus nigra* L.)

Вітаміни:		Макроелементи:	
Вітамін А (бета-каротин)	9 мкг	Калій, К	194 мг
		Кальцій, Са	39 мг
Вітамін В1 (тіамін)	0,03 мг	Магній, Mg	26 мг
Вітамін В2 (рибофлавін)	0,1 мг	Натрій, Na	10 мг
Ніацин (вітамін В3 або РР)	0,062 мг	Фосфор Р	30 мг
Вітамін В5 (пантотенова кислота)	0,08 мг	Мікроелементи:	
Вітамін В6 (піридоксин)	0,05 мг	Залізо, Fe	1,85 мг
Фолієва кислота (вітамін В9)	6 мкг	Марганець, Mn	18 мкг
Вітамін С (аскорбінова кислота)	36,4 мг	Мідь, Cu	60 мкг
Вітамін Е (токоферол)	0,87 мг	Селен, Se	6 мкг
Вітамін К	7,8 мг	Цинк, Zn	12 мкг
Холін (вітамін В4)	12,3 мг		

1.4.3. Світовий досвід використання шовковиці в харчових технологіях

Розуміння споживачами зв'язку між їх харчуванням та здоров'ям стало рушійною силою у виробництві харчових продуктів, які можуть задовольнити як основні харчові потреби, так і бути корисними для здоров'я.

Плоди шовковиці вживають свіжими або у вигляді оброблених продуктів, таких як соки, сиропи, лікери, патока, джеми, вина та безалкогольні напої. Ці ягід, є одними із тих, які сміливо можливо віднести до суперфудів. У перспективі, вони можуть бути промислово досліджені для розробки різноманітних новітніх продуктів харчування.

У таблиці 1.5 наведено дослідження, щодо інноваційних застосувань шовковиці у харчовій промисловості

Таблиця 1.5

Застосування	Основні висновки
1	2
Натуральний барвник в йогурті	Потенціал забарвлення <i>M. Rubra</i> досліджувався в йогурті. Колір продукту, отриманий при додаванні антоціанів шовковиці, був подібний до кольору полуничного йогурту комерційної марки [22].
Антиоксидантний компонент у мюслях	<i>Плід M. Alba</i> був включений у мюслі що призвело до значного збільшення їх антиоксидантної та харчової цінності [23].
Готовий для вживання сік	Каламутний темно-фіолетовий сік шовковиці, що містив 0,5% ксантанової камеді як стабілізатору, мав найкращі якісні показники зберігання без випадання осаду [24].
Як сировина для вина	<i>Плоди M. Alba</i> використовували як сировину для варіння фруктового вина. Фенольні речовини, присутні у винах, були виявлені за допомогою високоефективної рідинної хроматографії ВЕРХ (HPLC) [25], [26], [27].
Сакé	Листя шовковиці використовували для виробництва сакé або рисового вина шляхом бродіння дріжджами Маурі, цей продукт був багатий поживними речовинами, амінокислотами та поліфенолами[28].
Оцет	Оцет, вироблений з <i>M. alba</i> , демонструє потужний антиоксидантний потенціал та антимікробну дію[29].

1	2
Желе	Збагачене антоціаном желе було розроблено шляхом додавання фруктів <i>M. alba</i> , що містять антоціани. Споживання розробленого функціонального продукту призвело до значного зниження рівня холестерину в крові у пацієнтів з дисліпідемією [30].
Сироп	<i>Плоди M. Alba</i> були використані для розробки сиропу, і, упаковані в ПЕТ-пляшки. Дослідження довело, що продукт може зберігатися протягом шести місяців за певних температурних параметрів [31].
Варення з суміші фруктів	Варення з суміші фруктів на основі розели (суданська роза) та шовковиці у співвідношенні 70/30 було обрано найкращим за органолептичним аналізом [32].
Алкогольний напій	<i>Плоди M. Alba</i> можна використовувати для виробництва алкогольних напоїв. Однак зробити вино зі свіжого соку чорної шовковиці неможливо через низький рівень алкоголю, який виявляв напій після бродіння [33].
Шоколад	Шоколад можна збагачувати інкапсульованими антоціанами з висушених розпиленням фруктових відходів <i>M. Nigra</i> [34].
Пробіотики	<i>Силос M. Alba</i> є потенційним джерелом для виділення молочнокислих бактерій. У проведеному дослідженні 38 молочнокислих бактерій були виділені з силосу дерева шовковиці, однак лише чотири штами із усіх були здатні виживати в шлунково-кишковому тракті [35].
Кондитерські вироби	<i>Екстракт M. Alba</i> разом із гречаним борошном, гречаною лушпинням, чорноплідною горобиною та інуліном можна використовувати для приготування тіста з нижчим енергетичним рівнем і більшим вмістом клітковини [36].
Паста	Паста, збагачена різними рецептурами екстракту <i>M. nigra</i> , виявляла гіпоглікемічний ефект шляхом зниження глікемічного індексу та інгібування активності α -амілази та α -глюкозидази [37].
М'ясний фарш	Метанольний екстракт листя шовковиці збільшив термін зберігання фаршу [38].

Завдяки високому вмісту цукру шовковиця може використовуватись у фруктово-овочевій промисловості для виготовлення мармеладу, помадних джемів, желе, тістечок, хліба, фруктових чаїв, для збагачення фруктових напоїв, вина, соусів та шоколаду. Крім того, шовковиця використовуються в сушеному, замороженому або свіжому вигляді для виготовлення різних сиропів, додають шовковицю у амарето або вермуту, до тонізуючого вина,

можливо виробляти оцет, і використовувати як добавку до мармеладу, глазури, желе і помадок.

Чистий і свіжий сік шовковиці при зберіганні охолодженим залишається придатним для вживання впродовж трьох місяців, в той час як бутильований напій соку шовковиці залишається свіжим навіть при кімнатній температурі близько 12 місяців [39].

У Китаї шовковиця зазвичай доступна у формі пасти, відомої як «Sangshengao». Цю пасту розчиняють у теплій воді для приготування чаю, який покращує роботу нирок і печінки, покращує зір і слух. Іранці використовують дегідровану шовковицю як підсолоджувач для чорного чаю.

Плоди шовковиці можна використовувати для приготування сиропу завдяки високому вмісту цукру в ній. Сироп шовковиці широко споживається у В'єтнамі, при виробництві такого сиропу зазвичай свіжі плоди шовковиці змішують із тростинним цукром у керамічній або скляній пляшці, та можуть зберігати цей продукт щонайменше 2 тижні [40].

З перезрілих плодів шовковиці можна виготовити кисло-солодке вино. У таких країнах, як Вірменія, Азербайджан і Грузія, шовковиця є відомим лікером, відомим як Tut Araghi . Цей напій відноситься до національних азербайджанських сортів горілки і в невеликих кількостях захищає від захворювань шлунка і серцево-судинної системи [41].

Плоди шовковиці є концентрованим джерелом антоціанів, головним чином ціанідин-3-глюкозиду (C3G) і ціанідин-3-рутинозиду (C3R), які можливо використовувати як природний барвник у харчовій промисловості [42].

Таким чином, результати наведених досліджень свідчать про перспективність використання шовковиці в харчовій промисловості як цінної сировини, що багата на антиоксиданти та має різноманітний поживний хімічний склад.

1.5. Висновки до розділу 1

В результаті проведеного аналізу сучасного стану використання харчових барвників у харчовій промисловості, пересвідчилися у важливості переходу до натуральних барвників. Адже від синтетичних вони відрізняються екологічністю виробництва, безпекою використання, а також ця тенденція відповідатиме сучасним споживчим запитам на натуральність. Шовковиця чорна (*Morus nigra* L.) має значний потенціал як сировина для виробництва натуральних барвників завдяки високому вмісту антоціанів – природних пігментів, які забезпечують насичене червоне, фіолетове та синє забарвлення.

Аналізуючи різноманітність природних барвників на ринку України, можна відзначити зростаючий попит на безпечні та екологічні альтернативи синтетичним добавкам. Це зумовлено законодавчими обмеженнями, які спрямовані на мінімізацію використання штучних барвників, а також підвищенням обізнаності споживачів про їх можливу шкоду. У цьому контексті натуральні барвники з антоціанами, зокрема з плодів шовковиці, становлять ефективне рішення, яке поєднує функціональність та харчову цінність.

Чорна шовковиця відзначається унікальним хімічним складом, включаючи вітаміни, органічні кислоти, мінерали та антиоксиданти, що дозволяє використовувати її плоди не лише як барвник, а й як функціональний інгредієнт. Світовий досвід підтверджує її багатогранне застосування у виробництві соків, сиропів, желе, джемів, кондитерських виробів, паст та алкогольних напоїв.

Таким чином, шовковиця чорна є перспективною локальною сировиною, яка має потенціал задовольнити потреби сучасної харчової промисловості. Її використання сприятиме зменшенню імпортозалежності, популяризації натуральних продуктів та підвищенню конкурентоспроможності української продукції на світовому ринку.

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Схема проведення досліджень

Для забезпечення послідовності роботи, згідно поставлених завдань, було розроблено загальний план досліджень що включає в себе аналітичний огляд літератури, дослідження органолептичних, фізико-хімічних показників сировини та інше (рисунок 2.1).

Експериментальна частина досліджень проводилась впродовж 2022-2024 р.р. у навчальній лабораторії НУХТ кафедри технології консервування.

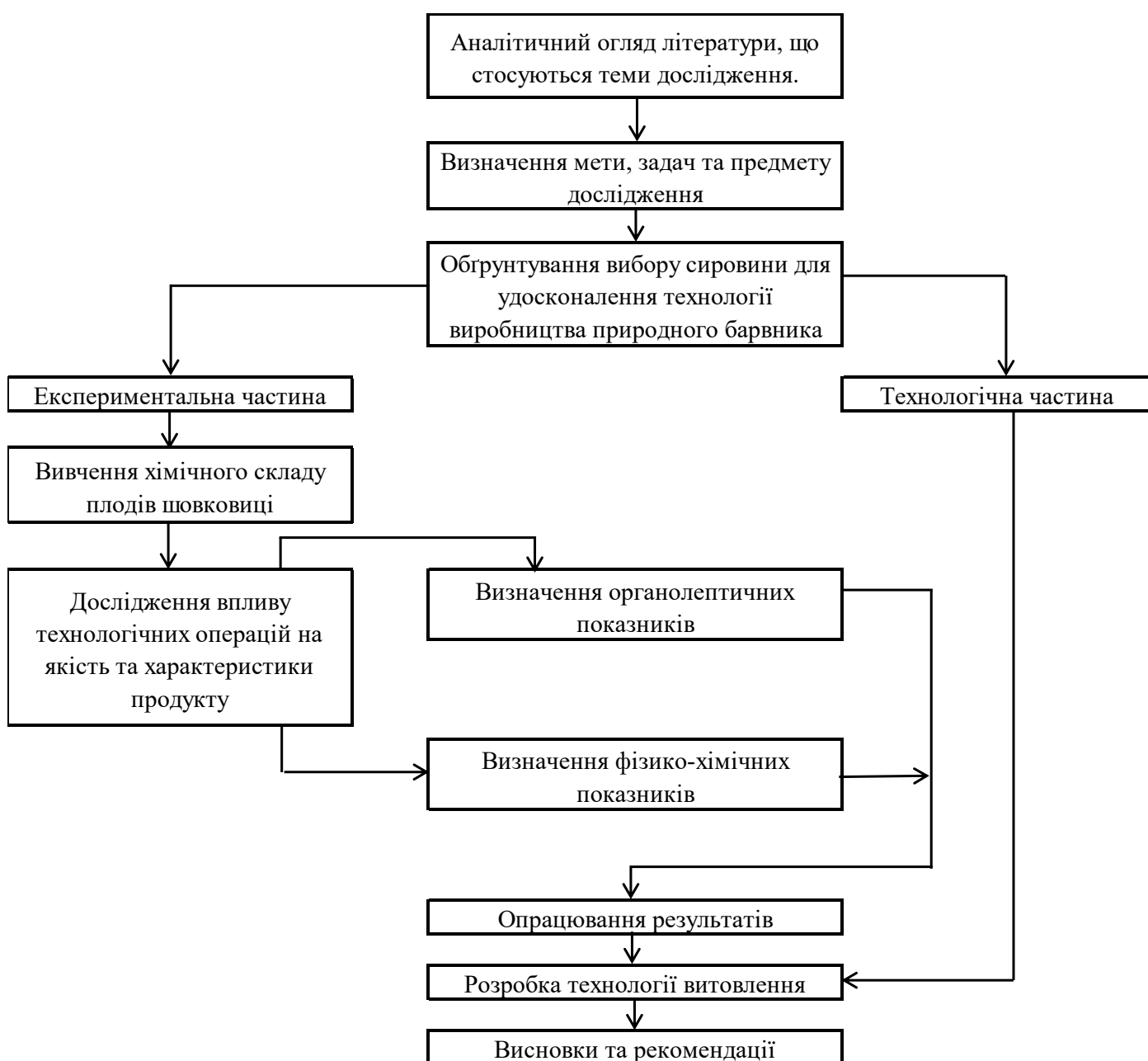


Рис 2.1. – Блок-схема проведення досліджень

Метою даної роботи є удосконалення технології виробництва натурального барвника з плодів шовковиці чорної для забезпечення його стабільності, високої якості, та економічної доцільності у використанні в харчовій промисловості.

Об'єкт дослідження: технологія виробництва природного барвника на основі шовковиці чорної.

Предмет дослідження: особливості впливу технологічних операцій і параметрів переробки шовковиці чорної на якість, стабільність і ефективність отриманого барвника.

Матеріали дослідження: плоди чорної шовковиці (*Morus nigra*, сорт «Українська 107»), біологічної стадії зрілості, що були зібрані на Хмельниччині біля селища міського типу Стара Синява.

2.2. Методи досліджень

Для виконання цієї роботи було здійснено *аналіз наукової літератури та патентних джерел* для вивчення сучасного стану виробництва природних барвників. Проведено *хімічний аналіз сировини*, включаючи спектрофотометрію для визначення вмісту антоціанів, фенольних сполук і флавоноїдів. Використано *технологічні експерименти* для вдосконалення методів екстракції, зокрема водного-спиртового. Застосовано *фізико-хімічні методи* для оцінки кольорових властивостей, стійкості до зовнішніх чинників і стабільності барвника. Застосовували *профільний метод* органолептичної оцінки готового продукту. Здійснено *математичне моделювання та статистичний аналіз* для оптимізації параметрів процесу.

2.2.1. Визначення фізико-хімічних і органолептичних показників шовковиці

Шовковицю як сировину та готовий продукт оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Органолептичну оцінку шовковиці проводили за діючим державним стандартом України ДСТУ 8309:2015 Шовковиця свіжа. Технічні умови [43].

Методики оцінки фізико-хімічних показників:

1. 1.Визначення вмісту сухих речовин прискореним методом за допомогою вологоміра Чижової [44].

2. 2.Визначення вмісту розчинних сухих речовин проводили рефрактометричним методом, згідно методики описаної ДСТУ 8402:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин [45].

3. 3.Активну кислотність визначали відповідно до ДСТУ 6045:2008 Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Метод визначання рН [46].

4. 4.Вміст аскорбінової кислоти – ДСТУ 7803:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С [47].

5. 5.Титровану кислотність соку шовковиці визначали відповідно до методики ДСТУ EN 12147:2003 Соки фруктові та овочеві. Визначення титрованої кислотності (EN 12147:1996, IDT) [48].

6. 6.Методика визначення антоціанів:

Аналітичну пробу сировини подрібнюють до розміру часток 1 мм. Точну наважку масою 0,3 г поміщають у конічну колбу об'ємом 250 см³, куди додають 100 см³ 1 %-ного розчину соляної кислоти. Колбу закривають зворотним холодильником і нагрівають на водяній бані 15 хв.

Вміст колби відфільтровують через вату в мірну колбу об'ємом 250 см³ (для повного вилучення антоціанів екстракцію повторюють ще двічі зазначеним вище способом, отриману витяжку фільтрують в ту саму мірну колбу через той самий фільтр).

Залишки сировини на фільтрі промивають 40 см³ 1 %-ним розчином соляної кислоти. Фільтрат охолоджують під струменем води і доводять вміст колби до мітки. Після охолодження обсяг фільтрату доводять до мітки 1 %-ним розчином соляної кислоти. Приготовлену витяжку фільтрують через складчастий фільтр, відкинувши перші 10 см³ фільтрату. Вимірюють оптичну густину фільтрату на спектрофотометрі за довжини хвилі 510 нм у кюветі з

товщиною шару 10 мм. Як розчин порівняння використовують 1 %-ний розчин соляної кислоти. Кількість антоціанів у перерахунку на ціанідин-3,5-діглікозид, X , % СР, розраховують за формулою:

$$X = \frac{D \cdot 250 \cdot 100}{453 \cdot m \cdot (100 - W)} \cdot 100,; \quad (2.1)$$

де: D – оптична густина досліджуваного розчину; 453 – питомий показник поглинання комплексу ціанідину-3,5-діглікозиду в 1 %-ному розчині соляної кислоти; m – маса наважки, г; W – масова частка вологи в сировині, %. [49]

7. Методика визначення вмісту флавоноїдів:

Аналітичну пробу сировини подрібнюють до розміру часток 1 мм. Наважку масою $(1 \pm 0,1)$ г поміщають у конічну колбу об'ємом 100 см^3 , додають 30 см^3 70 %-ного спирту. Колбу з'єднують зі зворотнім холодильником і нагрівають на киплячій водяній бані 30 хв.

Колбу охолоджують до кімнатної температури під струменем холодної води і фільтрують вміст через паперовий фільтр у мірну колбу об'ємом 100 см^3 (для повного вилучення флавоноїдів екстракцію повторюють ще двічі зазначеним вище способом, отримані вилучення фільтрують в ту саму мірну колбу через той самий фільтр).

Фільтр змивають 70 %-ним спиртом і доводять об'єм фільтрату тим самим спиртом до мітки. Отриманий розчин матиме назву «розчин А». 4 см^3 «розчину А» переносять у мірну колбу об'ємом 25 см^3 , додають 2 см^3 2 %-ного розчину алюмінію хлориду (приготовленого з 95 %-ного спирту) і доводять об'єм колби до мітки 95 %-ним спиртом. Через 20 хв настоювання вимірюють оптичну густину на спектрофотометрі за довжини хвилі 410 нм у кюветі товщиною шару 10 мм. Розчин порівняння: 4 см^3 «розчину А» переносять у мірну колбу, об'ємом 25 см^3 , додають 1 краплю розведеної хлористоводневої кислоти і доводять об'єм колби до мітки 95 %-ним розчином спирту. Кількість флавоноїдів у перерахунку на авикулярин, X , % СР, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{D \cdot 100 \cdot 10 \cdot 25}{330 \cdot m \cdot (100 - W)}, \quad (2.2)$$

де: D – оптична густина досліджуваного розчину; 330 – питомий показник поглинання комплексу авікулярін з алюмінію хлоридом за довжини хвилі 410 нм; m – маса наважки, г; W – масова частка води в сировині, %.[49]

2.2.2. Характеристика та принцип дії вакуумно-випарної лабораторної установки ІКА RV 10

Використовували це обладнання для екстрагування шоковиці розчином спирту, а також проводили експериментальні дослідження впливу технологічних параметрів на сушіння соку шовковиці, з додаванням наповнювача (декстрину кукурудзяного). Експериментальна установка ІКА RV 10 зображена на рисунку 2.2



Рис 2.2. – Ротаційний випарник ІКА RV 10

На рис. 2.3 представлено схему роботи роторного випарника, який складається з основних елементів: скляної трубки з шліфом, до якої кріпиться круглодонна колба (1), нагріта за допомогою водяної бані (2). Двигун (3) забезпечує обертання колби, що сприяє випаровуванню розчинника, пари якого проходять у зворотний холодильник (4). У холодильнику відбувається конденсація пари, і рідина стікає в колбу-приймач (5). Для закріплення елементів випарника використовуються штатив (6) і тримач (7). У системі передбачений кран (8), який дозволяє швидко скинути вакуум або впустити інертний газ, наприклад, азот чи аргон. Завдяки ІКА RV 10 обертанню колби збільшується площа контакту рідин и, що суттєво прискорює випаровування, а також забезпечує рівномірне перемішування розчину, наприклад, соку

шовковиці. Це робить процес перегонки більш стабільним, уникаючи поштовхів чи розбризкування рідини з колби. Налаштування температури, водяної бані та швидкості обертання здійснюються через панель управління випарника.

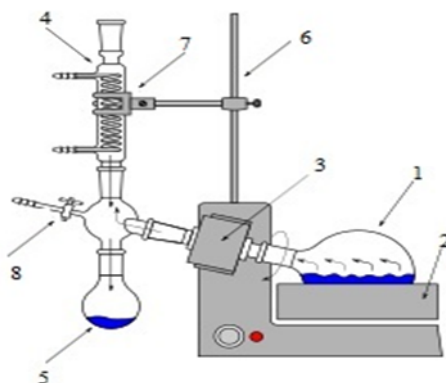


Рис 2.3. – Схематичне зображення

2.2.3. Методика проведення досліджень

Після збирання ягоди шовковиці чорної (*Morus nigra* L. сорт «Українська 107») були проінспектовані, ретельно підібрані за формою та стиглістю, після чого промиті та підсушені від зайвої вологи. Для проведення досліджень використовувалась ягода ціла, заморожена свіжою при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для дослідження сушіння соку шовковиці чорної у ротаційному вакуумному випарнику ІКА RV 10 свіжа ягода була подрібнена, та проціджена через сито для відділення кісточок. Отриманий сік пройшов пастеризацію та був охолоджений. Зберігали його в морозильній камері при температурі $-16 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для подальших експериментів.

Проводили дослідження екстрагування шовковиці чорної шляхом настоювання протягом двох діб трьома різними розчинами: спиртовим, спиртово-водним та водно-спиртовим. Концентрація спирту становила відповідно 96 % у першому, 70 % у другому та 30 % у третьому розчині. [50].

Визначали вміст антоціанів та флавоноїдів, у сокові ягід шовковиці отриманого способом пресування. Визначили відсоткове співвідношення

отримання соку та вичавок із ягід, втрати при пресуванні, дослідили сухі речовини, активну кислотність отриманих продуктів.

2.3. Висновки до розділу 2

У цьому розділі представлено методологію та організацію досліджень, спрямованих на вдосконалення технології отримання натурального барвника з шовковиці чорної. Зображено блок-схему проведення досліджень. Описано використані сучасні методи оцінки, що дозволяють дослідити вплив технологічних параметрів на якість і стабільність отриманого барвника.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕРОБКИ ШОВКОВИЦІ ЧОРНОЇ НА ЯКІСТЬ, СТАБІЛЬНІСТЬ І ЕФЕКТИВНІСТЬ ОТРИМАНОГО БАРВНИКА

3.1. Вибір сорту та виду шовковиці для досліджень з огляду на фізико-хімічні показники складу ягоди

Шовковиця відноситься до роду *Morus* сімейства *Moraceae*. Існує 24 види *Morus* і один підвид, та принаймні 100 відомих різновидів. Шовковиця поширена від помірних до субтропічних регіонів Північної півкулі до тропіків Південної півкулі, може рости в широкому діапазоні кліматичних, топографічних і ґрунтових умов. Вона широко поширена в усіх регіонах від тропіків до субарктики та від рівня моря до висоти 4000 м.

Перед початком дослідження постало питання вибору сорту та виду шовковиці для вивчення. Було проведено теоретичний аналіз наукових джерел, щодо хімічного складу видів та сортів шовковиці, щоб обрати найбагатший за вмістом флавоноїдів, антоціанів та інших сполук, виділення та збереження яких є важливими для отримання барвника.

Загальні фізико-хімічні показники різних видів шовковиці: білої (*M. alba*), чорної (*M. nigra* L.) та шовковиці червоної (*M. rubra* L.) представлені у таблиці 3.1[51].

Таблиця 3.1

Фізико-хімічні властивості	<i>Morus alba</i>	<i>Morus nigra</i> L	<i>Morus rubra</i> L
1	2	3	4
Вологість, (%)	71,5	72,6	74,6
Вміст білка, (г/100 г сухої речовини)	1,55	0,96	1,2
Жири, (%)	1,10	0,95	0,85
Клітковина, (г/100 г)	1,41	11,75	–
Зола, (г/100 г)	0,57	0,50	2,45
Сухі речовини	29,5	27	24,4
Аскорбінова кислота (мг/100 г)	22,4	21,8	19,4
Загальна кислотність, (%)	0,25	1,40	1,37
Активна кислотність, рН	5,60	3,52	4,04
Вміст Кальцію, (мг/100 г)	152	132	132
Mg, (мг/100 г)	106	106	115
K, (мг/100 г)	1668	922	834
Fe, (мг/100 г)	4,2	4,2	4,5

Закінчення табл. 3.1

1	2	3	4
Азот, (%)	0,75	0,92	0,82
Загальна кількість фенолів в перерахунку на кверцетин, (мг/100г свіжої маси)	181	1422	1035
Загальна кількість флавоноїдів в еквіваленті кверцетин (мг/100г свіжої маси)	29	276	219
Загальний вміст антоціанів у перерахунку на ціанідин-3,5-діглікрзиду (мг/100г замороженої маси)	911,8	719	109
Яблучна кислота, (г/100 г свіжої маси)	3,095	1,323	4,467
Бурштинова кислота, (г/100 г свіжої маси)	0,168	0,342	0,132
Лимонна кислота, (г/100 г свіжої маси)	0,393	1,084	0,762
Загальна кількість органічних кислот (г/100 г свіжої маси)	3,983	2,952	5,812
Загальний вміст розчинних сухих речовин(%)	7,27	11,60	19,20
Фруктоза,(г/100 г свіжої маси)	6,269	5,634	5,407
Глюкоза, (г/100 г свіжої маси)	6,864	7,748	6,068

Для проведення досліджень шовковиці було обрано шовковицю чорну (*M. nigra* L), так як вона містить найбільшу кількість флавоноїдів та антоціанів, порівняно видами із *M. Alba* та *M. Rubra*, окрім того цей вид широко поширений в Україні, що робить ягоду доступною та актуальною для переробки. Росте переважно в лісостепових і степових районах її культивують в садах і парках.

Для проведення експериментальних досліджень обрали сорт української селекції – «Українська-107». Супліддя ягоди циліндричні, рожево-фіолетового кольору, медово-солодкі, великі, довжиною від 2,8 до 3,5 см, шириною 1,3 м. Органолептина оціка сорту представлена у таблиці 3.2. Плодоношення щорічне, рясне. Крона куляста, рідка, за орієнтацією пагонів розлога. Колір стовбура темно-сірий. Пагони округлі, зелено-коричневі, довжина меживузля 4 см. Бруньки дрібні, розміром 3×4 мм, опуклотрикутні,

подовжені. Урожай суплідь з 1 погонного метра пагона 7-річного дерева складає 470...520 г [52].

3.2. Технологічний аналіз шовковиці *Morus nigra* L. сорт – «Українська 107».

Дослідження шовковиці передбачає комплексний підхід до аналізу її характеристик, серед яких визначення органолептичних показників є одним із ключових етапів. Органолептичний метод оцінки базується на сприйнятті властивостей продукту за допомогою органів чуття, що дозволяє ідентифікувати якість ягід та відповідність їх нормативно-технічній документації. Для зручності обробки отриманих даних результати органолептичного аналізу зазначені у таблиці 3.2, де кожен параметр оцінюється якісно та кількісно. В результаті аналізу, досліджений зразок відповідає вимогам ДСТУ 8309:2015 Шовковиця свіжа. Технічні умови та особливостям свого помологічного виду.

Таблиця 3.2

Органолептичні показники свіжої шовковиці сорту «Українська-107»

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Ягоди свіжі, зрілі, цілі, чисті, добре розинені, без зовнішньої залишкової вологості. Зовнішній вигляд відповідає даному помологічному сорту.
Колір	Властивий даному сорту сировини, рожево-фіолетовий, однорідний
Запах	Добре виражений, без стороннього запаху
Смак	Приємний, медово-солодкий, без сторонніх присмаків, відповідає сорту
Наявність домішок рослинного походження і сторонніх домішок, %	Відсутні, та не допускаються
Наявність сільськогосподарських шкідників, %	Відсутні, та не допускаються
Наявність ягід, що пошкоджені шкідниками, %	Відсутні, та не допускаються
Наявність гнилих, зіпсованих ягід, %	Відсутні, та не допускаються

Аналіз шовковиці за фізико-хімічними показниками є важливим етапом дослідження якості ягід, оскільки він дозволяє оцінити їх склад, харчову цінність та потенціал для переробки. Фізико-хімічні властивості характеризують внутрішні параметри продукту, які безпосередньо впливають на його придатність для використання у харчовій промисловості, зокрема для виготовлення натурального барвника. Результати аналізу представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Фізико-хімічні показники шовковиці сорту «Українська-107»

Назва показника	Значення
Вихід соку із свіжої ягоди, %	56
Вихід вичавок, %	41
Втрати при пресуванні, %	3
Вміст розчинених сухих речовин соку, %	13,5
Загальна кислотність (титрована), %	1,4
Активна кислотність соку, рН	3,9
Вологість мезги, %	68,4
Масова частка сухих речовин мезги, %	31,6
Кількість флавоноїдів в перерахунку на авикурярин, % в сухій речовині	0,289
Кількість антоціанів в перерахунку на ціанідин-3,5-диглікозид, (мг/100г свіжої маси)	630

Одним із ключових етапів технології є поділ попередньо обробленої шовковиці на тверду та рідку фазу. Цей метод розглядається як один із варіантів отримання натурального барвника. Для визначення виходу соку, м'якоть шовковиці піддавали пресуванню, щоб відокремити рідку частину, яка містить значну кількість вологи, антоціанів, цукрів і вітаміну С.

Було досліджено вплив теплової обробки на ягоди, а саме заморожування (рисунок 3.1). Після дефростації ягід, попередньо заморожених при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, вихід соку збільшився на 12 %.



Рис.3.1 – Дефростація шовковиці

Цей технологічний етап сприяє руйнуванню клітинної структури ягід, що покращує виділення рідкої фази під час пресування. Під час заморожування вода в клітинах ягід кристалізується, що порушує цілісність клітинних мембран. Клітини втрачають здатність утримувати рідину, і соковиділення стає більш ефективним.

Вміст флавоноїдів у соку шовковиці, що отриманий методом пресування із свіжої сировини, визначали відповідно до методики описаної у розділі 2.2 цієї роботи.

Визначення антоціанів у цьому розчинні проводили також за методикою описаною у розділі 2.2. Фото проміжних етапів дослідження антоціанів наведені на рисунках 3.2 та 3.3.



Рис.3.2 – Приготовлений для дослідження «Розчин А»

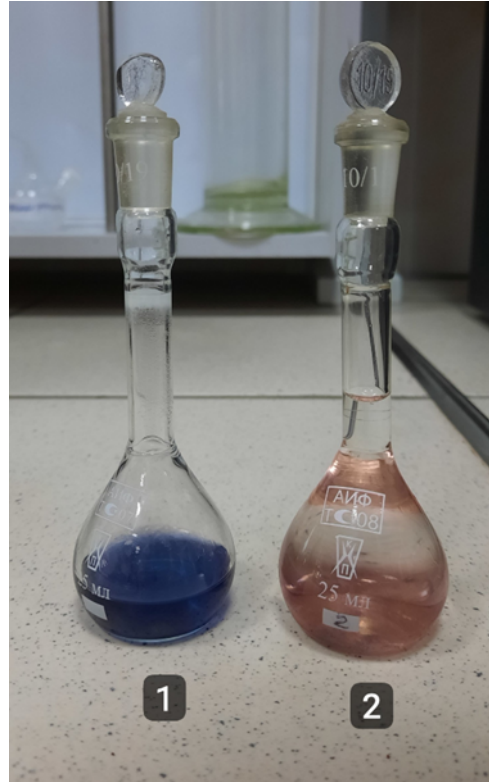


Рис.3.3 – Досліджувані на на спектофотометрі розчини №1- основний, №2 – розчин порівняння

3.3. Дослідження водно-спиртового екстрагування шовковиці чорної

Вилучення екстрактивних речовин шовковиці чорної *Morus nigra* сорту «Українська 107» здійснювали шляхом настоювання протягом двох діб трьома різними розчинами: спиртовим, спиртово-водним та водно-спиртовим. Концентрація спирту становила відповідно 96 % у першому, 70 % у другому та 30 % у третьому розчині.

У результаті лабораторних досліджень були отримані водно-спиртові екстракти ягід шовковиці різних кольорів, які представлені на рисунку 3.4.



Рис. 3.4 – Екстракт чорної шовковиці з початковою концентрацією спирту, %: a – 30; b – 70; c – 96.

Обробка зображень зразків у графічному редакторі Adobe Photoshop у адитивних колірних моделях CMYK і RGB демонструє, що найефективнішим екстрагентом для отримання червоного барвника є водно-спиртовий розчин з концентрацією спирту 70 %. Як видно з таблиці 3.4, значення червоної складової є вищими в обох колірних моделях (CMYK – 80; RGB – 133). Це можна пояснити природою переходу екстрактивних речовин у водно-спиртовий розчин

Таблиця 3.3

Градація складових каналів екстрактів у адитивних колірних моделях CMYK і RGB

Концентрація спирту, %	C	M	Y	K	R	G	B
30	34	71	90	44	107	67	37
70	28	80	78	26	133	66	52
90	32	76	75	38	114	65	51

Було встановлено, що для отримання червоного барвника з чорної шовковиці сорту «Українська 107» найефективнішим екстрагентом є водно-спиртовий розчин із концентрацією спирту 70 % [50].

3.4. Дослідження сушіння соку шовковиці чорної

Сушіння є одним із популярних методів, який активно використовується в харчовій промисловості для виготовлення харчових порошків. Порошки з плодово-ягідних соків можуть використовуватись як продукт, що покращує колір і аромат продукту. Порівняно з рідкими аналогами, порошки з концентрованих соків мають ряд переваг: менший об'єм та вага, потребують менше пакування, простіші у використанні та транспортуванні, а також характеризуються довшим терміном зберігання

Проте порошки фруктових і ягідних соків, отримані із розпилювальних сушарок, можуть мати небажані властивості, зокрема липкість, гігроскопічність і низьку розчинність [53]. Це зумовлено високим вмістом низькомолекулярних цукрів та органічних кислот, які складають понад 90 % сухих речовин у складі соків і пюре. Один із способів мінімізації проблеми липкості при сушінні розпилом є застосування наповнювачів, зокрема полісахаридів.

У межах цього дослідження плоди чорної шовковиці (*Morus nigra* сорту «Українська 107») у біологічній стадії зрілості були підготовлені до експериментів шляхом попереднього подрібнення за допомогою блендера. Для видалення насіння використовувалося сито, після чого отримана маса піддавалася м'якому пресуванню для збільшення виходу соку. Отриманий сік був підданий стерилізації з метою інактивації природних ферментів, після чого його охолоджували та заморожували при температурі -17°C , що забезпечувало збереження зразків для подальших досліджень.

Процес сушіння здійснювався за допомогою лабораторного ротаційного вакуумного випарника ІКА RV 10, оснащеного спеціальною колбою для сушіння. Основні технічні характеристики випарника: об'єм колби

– 1 л; діапазон регулювання вакууму – 1050...10 мбар; температурні коливання нагрівального елемента в межах ± 1 К; діапазон обертального моменту – 5-300 об/хв. У якості наповнювача в експериментах застосовувався кукурудзяний декстрин (Е-1400), вироблений в Україні.

Усі експерименти проводилися тричі з подальшим проведенням дисперсійного аналізу. Найменшу значущу різницю при $p < 0,05$ визначали з використанням програмного пакету STATISTICA.

У лабораторних умовах кафедри технології консервування проводили сушіння соку чорної шовковиці за трьома різними режимами.

Перший режим передбачав тиск у сушильній колбі на рівні 0,123 бар та температуру водяної бані 50 °С. У другому режимі тиск у колбі становив 0,199 бар, а температура водяної бані підвищувалася до 60 °С. Третій режим характеризувався тиском у сушильній колбі 0,311 бар та температурою водяної бані 70 °С.

Під час усіх експериментів частота обертання колби становила 70 об/хв. Процес термічної обробки соку вважався завершеним, коли досягалося стабільне значення масової частки вологи (W) (2,5...4,5 %), яке визначалося опосередковано – масою конденсату. Лабораторні дослідження показали, що зі збільшенням концентрації наповнювача (кукурудзяного декстрину) з 5 % до 15 % вміст вологи в порошок з чорної шовковиці зменшувався (рисунок 3.5). Це пояснюється тим, що підвищення концентрації додаткової сушильної речовини призводить до збільшення кількості сухих речовин соку, що знижує загальну кількість вологи для випаровування.

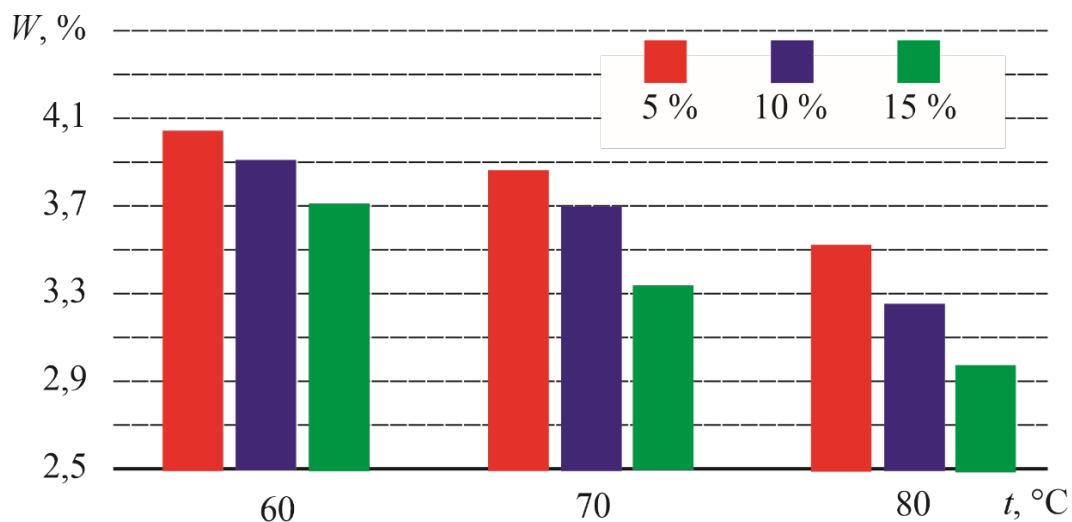


Рис.3.5 – Зміна масової частки вологи (W) в порошку чорної шовковиці, який містить різний відсоток декстрину, за різних температур сушіння

Насипна щільність порошку чорної шовковиці варіювала в межах від 43 до 52 г/100 мл. Зростання температури спричиняло зниження насипної щільності (рисунок 3.6), водночас сприяло підвищенню розчинності порошоків висушених розпиленням. Ця закономірність пояснюється впливом температури на процес зневоднення соку шовковиці, що змінює фізико-хімічні характеристики отриманого порошку.

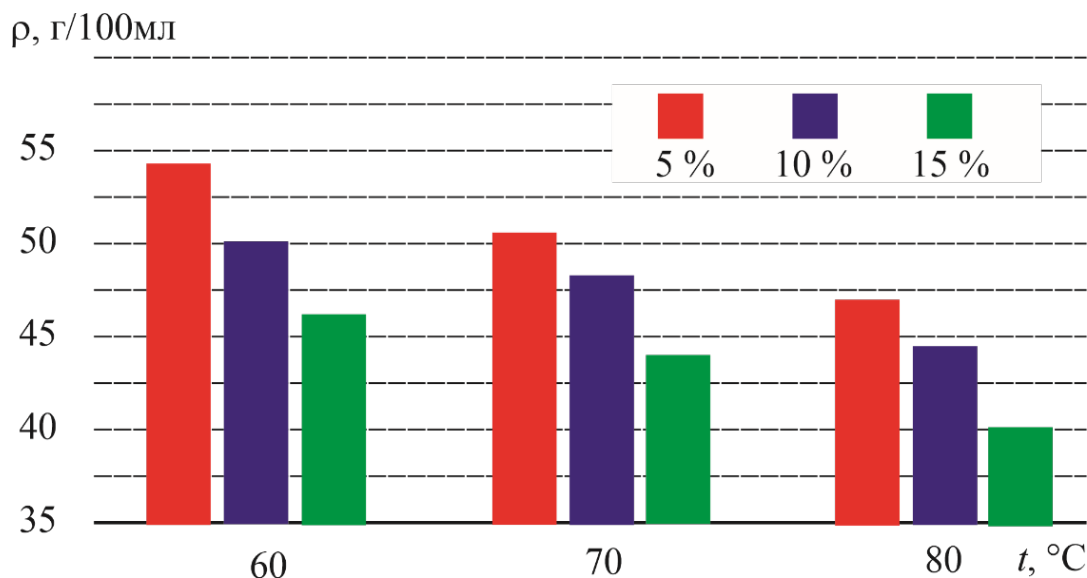


Рис.3.6 – Насипна щільність порошку з чорної шовковиці з різним вмістом декстрину, за умов різної температури сушіння.

За підвищених температур процесу сушіння спостерігається зростання швидкості зневоднення, що спричиняє формування більш пористої або

фрагментованої структури. Це, у свою чергу, призводить до зниження щільності отриманого порошку. Крім того, підвищення температури повітря під час сушіння зазвичай призводить до збільшення розміру часток. Дрібні частинки характеризуються пилоподібною структурою, що веде до нерівномірного змочування і відновлення, створюючи негативний вплив на їх подальше використання в промисловості

Насипна щільність зменшується із зростанням концентрації наповнювача (див. рисунок 3.6). Ця закономірність обумовлюється зниженням масової частки вологи або підвищенням пористості (вмістом повітря) у готовому продукті, оскільки наповнювачі виконують функцію структуроутворювачів.

Збільшення концентрації наповнювача спричиняє підвищення розчинності порошку. Це явище можна пояснити тим, що декстрин кукурудзяний характеризується високою розчинністю у воді, що робить його одним із найбільш оптимальних компонентів для використання в процесах сушіння суспензій. Такий вибір обумовлений його фізико-хімічними властивостями, зокрема значною водорозчинністю. При цьому вплив декстрину на розчинність порошку визначається передусім його здатністю впливати на рівень вологості останнього.

Це можна пояснити тим, що зменшений вміст масової частки вологи безпосередньо впливає на швидкість регідратації, оскільки зниження вмісту вологи робить порошок менш липким, а це, своєю чергою, збільшує площу його поверхні під час контакту з регідратаційною водою.

Дослідження сушіння соку чорної шовковиці в лабораторних умовах за різних температур, тиску сушіння та концентрації наповнювача (кукурудзяного декстрину) показало такі результати:

- підвищення температури сушіння скорочує час зневоднення, спричиняє зменшення насипної щільності і масової частки вологи в отриманому порошку;

- збільшення концентрації наповнювача сприяє зростанню швидкості процесу сушіння, а також зниженню об'ємної щільності та вмісту води [54].

Провели комплексну оцінку отриманих сухих порошоків із вмістом декстрину 5%, 10%, 15% застосувавши багатокутник якості.

Для цього розробили дерево властивостей трьох рівнів (рисунок 3.7).

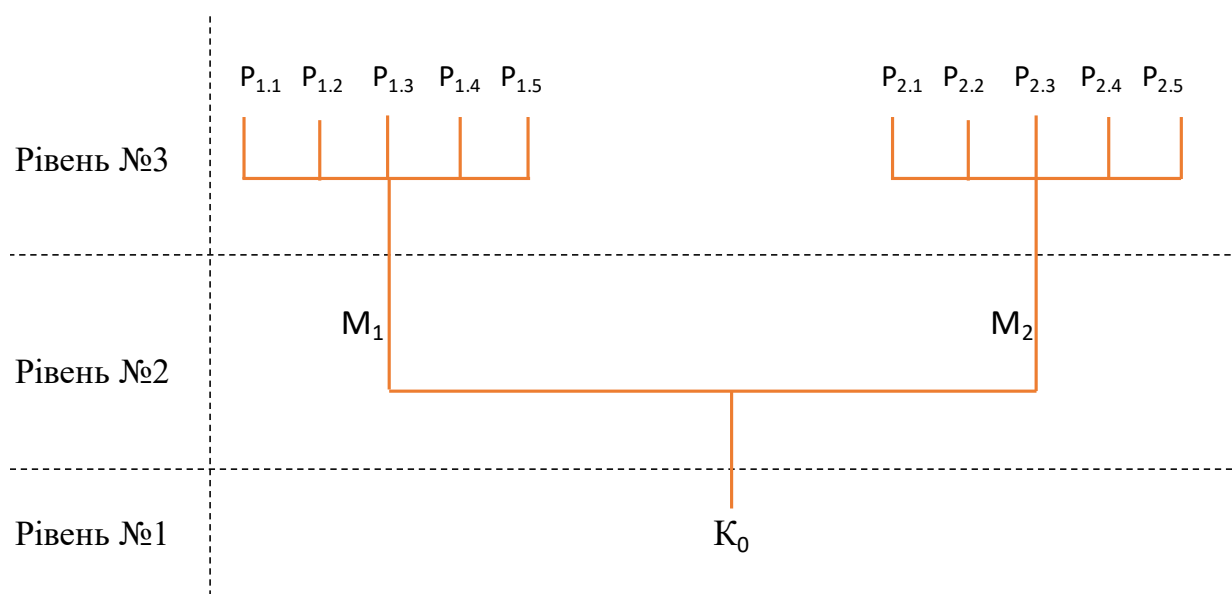


Рис.3.7 – Ієрархічне дерево властивостей порошку соку чорної шовковиці із декстрином

На нульовому рівні показано значення комплексного показника K_0 . На другому рівні зазначено показник M_1 , який враховує органолептичні показники; M_2 – фізико-хімічні показники.

На третьому рівні вказано окремі детальні органолептичні та фізико-хімічні показники, що оцінювалися у сухих порошках.

Органолептичні показники якості продукту визначили методом сенсорного аналізу за 5 – ти бальною шкалою за методикою Делфі.

В оцінюванні показників брали участь 5 експертів. У трьох порошках визначали такі органолептичні показники: смак ($P_{1.1}$), аромат ($P_{1.2}$), колір ($P_{1.3}$), консистенцію ($P_{1.4}$), зовнішній вигляд ($P_{1.5}$).

Фізико-хімічні показники P_2 на другому рівні поділяються на такі показники, що характеризують: масову частку води ($P_{2.1}$), насипну щільність

порошків (P_{2.2}), розчинність (P_{2.3}), активну кислотність (P_{2.4}), вміст сторонніх домішок (P_{2.5}).

Розрахунок коефіцієнтів вагомості другого та третього рівнів представлені у таблицях 3.4, 3.5

Таблиця 3.4

Розрахунок коефіцієнтів вагомості показників якості порошку соку шовковиці із дестрином другого рівня

Номер експерта	Коефіцієнти вагомості M _i показників властивостей		
	M ₁	M ₂	M _i
1	0,5	0,5	1,0
2	0,67	0,33	1,0
3	0,7	0,3	1,0
4	0,45	0,55	1,0
5	0,6	0,4	1,0
Середнє значення	0,58	0,42	1,0

Таблиця 3.5

Розрахунок коефіцієнтів вагомості показників якості порошку соку шовковиці із дестрином третього рівня

Номер експерта	Коефіцієнти вагомості органолептичних показників					
	P _{1.1}	P _{1.2}	P _{1.3}	P _{1.4}	P _{1.5}	M _i
1	0,3	0,15	0,3	0,15	0,1	1,0
2	0,35	0,1	0,25	0,2	0,1	1,0
3	0,2	0,1	0,3	0,15	0,25	1,0
4	0,25	0,15	0,3	0,15	0,15	1,0
5	0,2	0,2	0,2	0,15	0,25	1,0
Середнє значення	0,26	0,14	0,27	0,16	0,17	1,0

	Коефіцієнти вагомості фізико-хімічних показників					
	P _{2.1}	P _{2.2}	P _{2.3}	P _{2.4}	P _{2.5}	M _i
1	0,25	0,2	0,2	0,2	0,15	1,0
2	0,3	0,15	0,25	0,25	0,05	1,0
3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0
4	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	1,0
5	0,3	0,1	0,3	0,15	0,15	1,0
Середнє значення	0,27	0,17	0,21	0,22	0,13	1,0

Якість сушеного соку оцінюється за комплексним показником (P₀), який знаходимо за формулою (3.1):

$$K_0 = M_1 \left(M_{1.1} \frac{P_{1.1}}{P_{1.1}^6} + M_{1.2} \frac{P_{1.2}}{P_{1.2}^6} + M_{1.3} \frac{P_{1.3}}{P_{1.3}^6} + M_{1.4} \frac{P_{1.4}}{P_{1.4}^6} + M_{1.5} \frac{P_{1.5}}{P_{1.5}^6} \right) + M_2 \left(M_{2.1} \frac{P_{2.1}}{P_{2.1}^6} + M_{2.2} \frac{P_{2.2}}{P_{2.2}^6} + M_{2.3} \frac{P_{2.3}}{P_{2.3}^6} + M_{2.4} \frac{P_{2.4}}{P_{2.4}^6} + M_{2.5} \frac{P_{2.5}}{P_{2.5}^6} \right) \quad (3.1)$$

Показники базового зразка P_i⁶, наведені у державних стандартах, мають відповідати найкращим значенням готового продукту. Показники прийнято визначати за п'ятибальною шкалою за умови: 5 балів – оцінка «відмінно» або «повністю відповідає вимогам»; 4 – «добре» або «вдповідає»; 3 – «задовільно»; менше 3 – «незадовільно» або «не відповідає вимогам».

Таблиця 3.6

Розподіл оцінок органолептичних характеристик продукту

Назва показника	Коефіцієнт вагомості	Бальна оцінка порошку шовковиці із відсотком декстрину:		
		5%	10%	15%
1. Смак	0,26	4	5	4
2. Аромат	0,14	4	3	4
3. Колір	0,27	4	5	4
4. Консистенція	0,16	3	5	5
5. Зовнішній вигляд	0,17	4	4	5

Розподіл оцінок фізико-хімічних характеристик продукту

Назва показника	Коефіцієнт вагомості	Бальна оцінка порошку шовковиці із відсотком декстрину:		
		5 %	10 %	15 %
1. Масова частка води	0,27	3	4	5
2. Насипна щільність	0,17	5	4	3
3. Розчинність	0,21	4	4	5
4. Активна кислотність	0,22	4	4	3
5. Вміст сторонніх домішок	0,13	5	5	5

Пелюсткова діаграма порівняння смако-ароматичних профілів сухого порошку із соку шовковиці із додаванням різної кількості декстрину зображена на рисунку 3.8

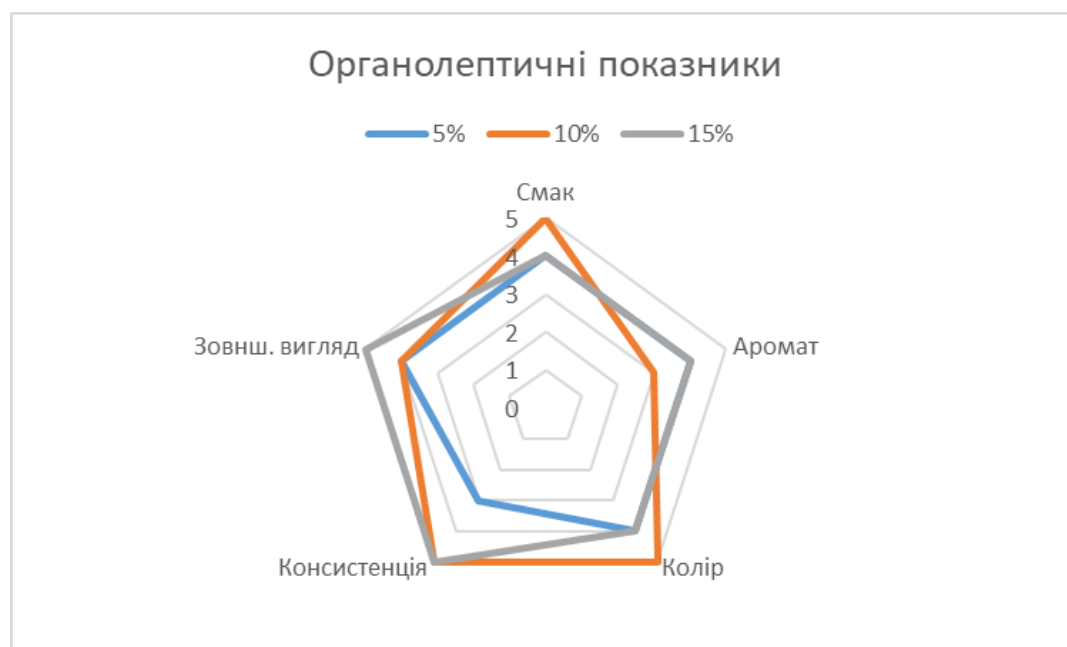


Рис.3.8 – Профілограма бальної оцінки органолептичних характеристик порошку шовковиці із вмістом декстрину 5 %,10 %, 15 %

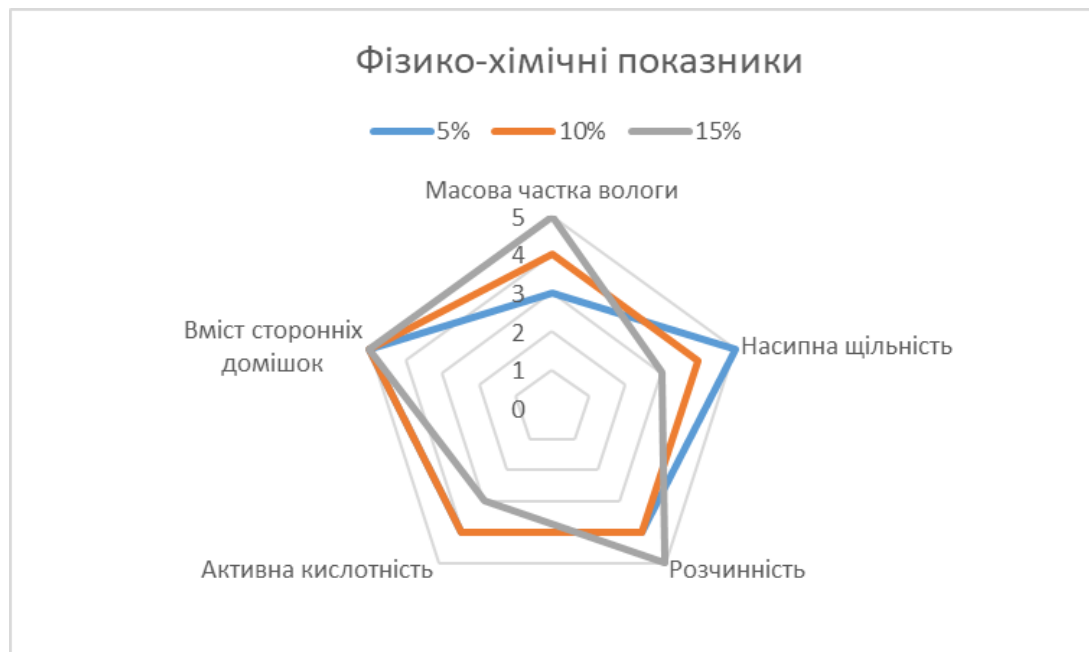


Рис.3.9 – Профілограма бальної оцінки фізико-хімічних характеристик порошку шовковиці із вмістом декстрину 5 %,10 %, 15 %

Комплексний показник якості порошку чорної шовковиці з вмістом декстрину 5 %, 10 % та 15 %:

$$K_{5\%} = 0,58 \left(0,26 \frac{4}{5} + 0,14 \frac{4}{5} + 0,27 \frac{4}{5} + 0,16 \frac{3}{5} + 0,17 \frac{4}{5} \right) + 0,42 \left(0,27 \frac{3}{5} + 0,17 \frac{5}{5} + 0,21 \frac{4}{5} + 0,22 \frac{4}{5} + 0,13 \frac{5}{5} \right) = 0,784$$

$$K_{10\%} = 0,58 \left(0,26 \frac{5}{5} + 0,14 \frac{3}{5} + 0,27 \frac{5}{5} + 0,16 \frac{5}{5} + 0,17 \frac{4}{5} \right) + 0,42 \left(0,27 \frac{4}{5} + 0,17 \frac{4}{5} + 0,21 \frac{4}{5} + 0,22 \frac{4}{5} + 0,13 \frac{5}{5} \right) = 0,875$$

$$K_{15\%} = 0,58 \left(0,26 \frac{4}{5} + 0,14 \frac{4}{5} + 0,27 \frac{4}{5} + 0,16 \frac{5}{5} + 0,17 \frac{5}{5} \right) + 0,42 \left(0,27 \frac{5}{5} + 0,17 \frac{3}{5} + 0,21 \frac{5}{5} + 0,22 \frac{3}{5} + 0,13 \frac{5}{5} \right) = 0,857$$

Результати аналізу показали, що

1. Комплексний показник якості (K) найвищий у зразка з додаванням 10% декстрину (K = 0,875). Цей порошок продемонстрував найкраще якість

органолептичних і фізико-хімічних властивостей, зокрема найвищі бали за смаком, кольором, консистенцією та розчинністю.

2. Зразок із вмістом декстрину 15% має дещо нижчий комплексний показник ($K = 0,857$) через зменшення насипної щільності та активної кислотності. Проте він відзначився високою розчинністю та найкращими показниками консистенції
3. Найменший комплексний показник якості отримано у зразку з 5% декстрину ($K = 0,784$), що пояснюється недостатніми органолептичними властивостями (зокрема, консистенція отримала лише 3 бали) та більш високою вологістю порівняно з іншими зразками.

Таким чином, комплексний показник якості підтверджує, що зразок із додаванням 10 % декстрину є оптимальним для використання в харчових технологіях.

3.5. Екстрагування пюре шовковиці в умовах розрідження

Проводили визначення оптимальних параметрів для екстрагування пюре шовковиці етиловим спиртом за допомогою ротаційного вакуумного випарника для отримання екстракту з високим вмістом біологічно активних речовин.

Екстрагування проводилося у ротаційному вакуумному випарнику ІКА RV 10. Попередньо пюре шовковиці готували шляхом розтирання у ступі. Маса наважки склала 120 грамів, кількість використаного етилового спирту (96 %) – 500 мл. Умови проведення процесу були наступні:

- Тиск у колбі для екстрагування: 0,430 бар.
- Температура водяної бані: 70 °С.
- Тривалість процесу: 1 година 15 хвилин.

Фото проведення досліджень представлені на рисунках 3.10 – 3.12.

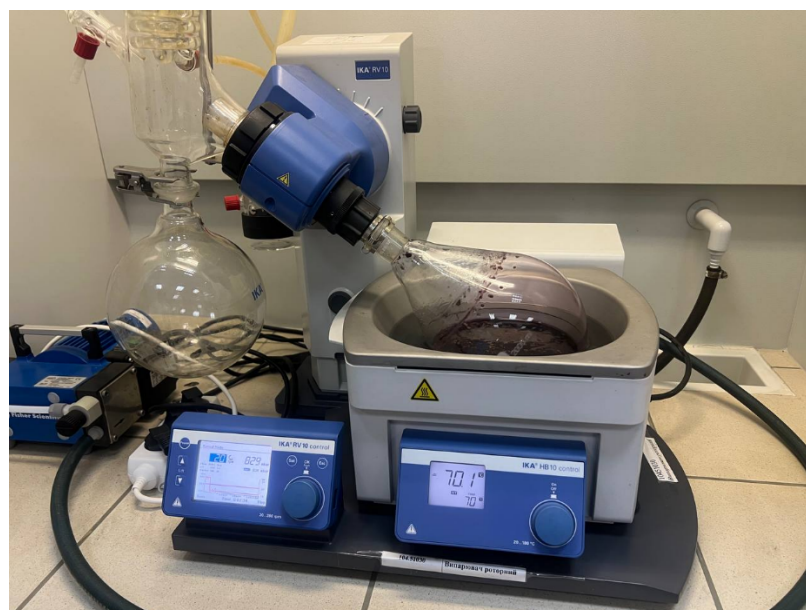


Рис.3.10 – Початок дослідження екстрагування

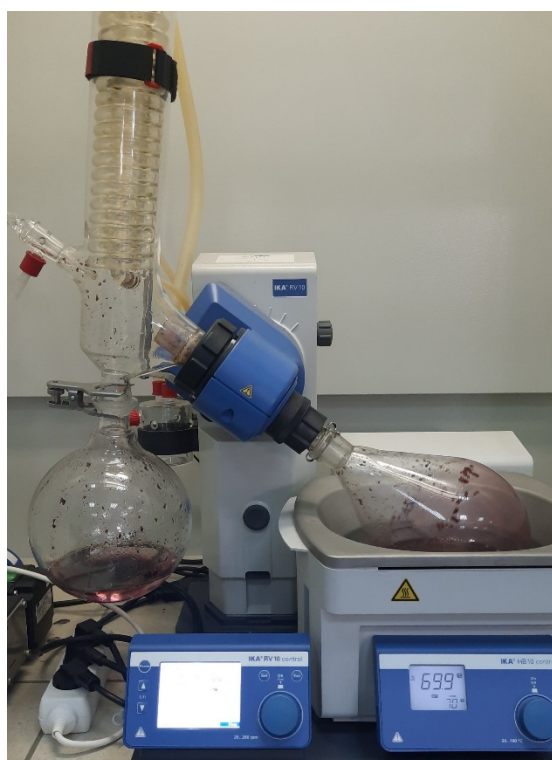


Рис. 3.11 – Проміжний етап екстрагування



Рис. 3.12– Вихді екстракту після завершення дослідження

Після завершення процесу екстрагування було отримано 380 мл екстракту, в якому вміст сухих речовин становив 25,5 %. Це свідчить про високий рівень вилучення активних компонентів з шовковиці.

3.6. Висновки до розділу 3

У ході дослідження було проаналізовано вплив технологічних операцій та параметрів переробки чорної шовковиці (*Morus nigra* L. сорт «Українська-107») на якість, стабільність та ефективність отриманого натурального барвника. Основна увага приділялася вибору вихідної сировини, дослідженню фізико-хімічних властивостей ягід, методам екстрагування та процесу сушіння.

1. **Вибір сировини.** На основі порівняння фізико-хімічних показників шовковиці трьох видів (*M. alba*, *M. nigra*, *M. rubra*) встановлено, що чорна шовковиця характеризується найвищим вмістом флавоноїдів та антоціанів, що робить її оптимальною для виробництва натуральних барвників. Вибір сорту «Українська-107» підтверджений його високою продуктивністю, доступністю в Україні та відповідністю органолептичним показникам.

2. **Фізико-хімічний аналіз.** Досліджено основні фізико-хімічні властивості соку та мезги шовковиці. Встановлено, що вихід соку зі свіжих ягід становить 56 %, з вмістом розчинених сухих речовин 13,5 % та титрованою кислотністю 1,4 %. Вміст флавоноїдів і антоціанів у сокові свідчить про його значний потенціал як сировини для отримання біологічно активних речовин.

3. **Теплова обробка.** Показано, що попереднє заморожування ягід з подальшою дефростацією сприяє руйнуванню клітинної структури, що підвищує вихід соку на 12 %. Ця технологічна операція забезпечує більш ефективне вилучення активних компонентів з ягід.

4. **Екстрагування.** Визначено оптимальні параметри екстрагування пюре шовковиці етиловим спиртом за допомогою ротаційного вакуумного випарника: тиск 0,430 бар, температура 70 °С, тривалістю 1 година 15 хвилин. Отриманий екстракт характеризується високим вмістом сухих речовин (25,5 %) та є концентрованим джерелом біологічно активних сполук.

5. **Сушіння концентрату соку.** Встановлено вплив температури, тиску та концентрації декстрини як наповнювача на процес сушіння соку

чорної шовковиці. Підвищення температури сприяє швидшому зневодненню, зменшенню насипної щільності та збільшенню пористості порошку. Використання декстрину дозволило підвищити розчинність порошку та знизити його липкість.

6. **Комплексний показник якості.** Визначено найкращу концентрацію декстрину, що додається до соку із шовковиці перед сушінням. Комплексний показник визначали на основі багатокритеріальної оцінки органолептичних (смак, аромат, колір, консистенція, зовнішній вигляд) та фізико-хімічних показників (масова частка вологи, насипна щільність, розчинність, активна кислотність, вміст сторонніх домішків)

7. **Екстрагуючі розчини.** Дослідження водно-спиртових екстрактів показало, що розчин з концентрацією спирту 70 % є найкращим для отримання барвників червоного кольору, що підтверджується даними спектрофотометричного аналізу.

Результати досліджень підтвердили доцільність використання технологічних операцій, таких як попереднє заморожування, водно-спиртове екстрагування та вакуумне сушіння, для підвищення ефективності отримання натурального барвника з чорної шовковиці.

РОЗДІЛ 4. ОФОРМЛЕННЯ НАССР-ПЛАНУ

Основним завданням у розвитку промисловості є підвищення конкурентоспроможності продукції, посилення інноваційної спрямованості шляхом впровадження систем управління якістю та безпечністю, які забезпечують якість та безпечність продукції на всіх етапах її виробничого циклу і сприяють підвищенню результативності роботи підприємств [55].

Такою системою управління безпечністю харчових продуктів, яка довела свою ефективність та є прийнятою на міжнародному рівні, є система НАССР.

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point) – інструмент управління безпекою харчових продуктів, який на відміну від традиційної перевірки і контролю якості надає більш структурований підхід для контролю виявлених ризиків. Процес починається з розробки продукту і визначення потенційних областей ризику, в яких ще не виникали невідповідності, і є особливо корисним для нових операцій при виробництві як традиційних, так і нових, раніше не відомих споживачу продуктів харчування.

У цьому розділі розроблено повноцінний план НАССР виробництва концентрованого соку із шовковиці чорної, де концентрування здійснюється методом вакуумного випарювання натурального соку із вловлюванням ароматичних речовин.

Вибір продукту ґрунтується на комплексному аналізі ринкових тенденцій, поживних властивостей сировини та використанні передової технології виробництва. Він може використовуватись як напівфабрикат, для використання в промисловості для збагачення та надання кольору харчовим продуктам, адже має велику цінність як добавка з пролонгованою дією. Іншим варіантом використання, може бути більш традиційний спосіб – відновлення підготовленою водою, і використання за призначенням, як сік відновлений, або як один із компонентів для купажування соку плодового.

Розроблений план НАССР забезпечує логічну основу для кращого прийняття рішень щодо безпеки продукту і надає більший контроль над

безпекою продуктів, ніж випробування кінцевого продукту.

4.1. Принципово-технологічна схема виробництва соку концентрованого із шовковиці



Рис.4.1. Принципово-технологічна схема виробництва «Соку концентрованого із шовковиці»

Опис схеми виробництва соку концентрованого із шовковиці.

Доставка. Ягоди шовковиці, що поступають на переробку мають бути свіжі, зрілі, не пошкоджені та відповідати вимогам ДСТУ 8309:2015 Шовковиця свіжа. Технічні умови [43]. Ягоди доставляються на виробництво в решетах, коробах або корзинах максимальною місткістю по 4...6 кг. Термін зберігання на сировинному майданчику до 8 годин.

Інспектування. Ягоди подають на стрічковий конвеєр А9-К2-1, де обов'язково інспектують по якості, відбираючи при цьому гнилі, пошкодженні шкідниками і незрілі ягоди. Також очищають від гілочок та гребенів.

Миття. Після інспектування ягоди шовковиці миють чистою проточною водою до повного очищення від забруднень в двох послідовно встановлених мийно-струшувальних машинах А9-КМ2-Ц5 та під душем і тиском води в душових насадках не більше 49,05 Па.

Допускається використання для миття сировини інших типів машин або ванни з проточною водою при умові забезпечення повного видалення бруду.

Інспектування. За допомогою похилого конвеєра КН-3000 шовковицю знову направляють на стрічковий конвеєр А9-К1-15. Цю операцію проводять повторно задля повного видалення гілочок та інших забруднень.

Подрібнення. Це наступний технологічний етап для отримання мезги. Підготовлені ягоди шовковиці подрібнюють на дробарці типу А9-КІС. Дробарка встановлена на площадці висотою 1м, подрібнена маса насосом НРМ-1 подається на наступний технологічний процес. У подрібненій сировині кількість роздроблених клітин ягоди має становити не менше 75%.

Вилучення соку. Пресування – один із основних способів отримати сік з плодової та ягідної сировини у промисловості. Підготовлену ягідну мезгу пресують за допомогою стрічкового пресу МКSP-300, де сік відділяється від мезги.

Проціджування. Свіжовіджаний сік обов'язково підлягає проціджуванню через сито із нержавіючої сталі з отворами 0,75мм, яке

встановлене на збірник, куди сік стікає відразу після пресування. Це роблять з метою захоплення великих твердих частин м'язги, що потрапила у відпресований сік.

Освітлення. Сік освітлюють за допомогою ферментних препаратів, для того щоб осадити пектинові речовини. Сік попередньо нагрівають у двохстінному котлі Д9-41А, до температури 40 °С і додають до нього 0,02...0,03%, (в залежності від активності) очищеного пектолітичного ферментного препарату, приготовленого у вигляді суспензії з соком або водою. Після перемішування сік витримують з препаратом 3-4 годин, поки не утвориться знаний мутний осад.

Миттєве нагрівання та охолодження. Діпектинізований сік у цьому ж котлі Д9-41А підігрівають до 80-85 °С для інактивації ферментів і коагуляції білків. Після чого охолоджують і насосом НРМ-5 подають на фільтрування.

Фільтрування. Сік фільтрують на фільтр-пресі В9-ВФС/423-56 з метою відділення завислих частинок мезги.

Концентрування. Концентрування соку в технології виробництва шовковиці здійснюється за допомогою вакуум-випарних апаратів типу МЗС-320 (рис. 4.2, поз. 15). Перед концентрування сік проходить через установку для вловлювання ароматичних речовин. Установка працює таким чином: сік по трубопроводу подається на випарювач безперервної дії (рис. 4.2, поз. 13), після потрапляє в сепаратор (рис. 4.2, поз. 14), де здійснюється поділ соку на рідку фазу та суміш водяної пари та ароматичних речовин. Сік із сепаратора по трубопроводу подається на вакуум-випарний апарат МЗС-320 (рис. 4.2, поз. 15) для подальшого концентрування, а суміш летких речовин поступає в ректифікаційну колонку (рис. 4.2, поз. 16) де ароматичні речовини відганяються в конденсатор (рис. 4.2, поз. 17), а вода відводиться по окремій трубі. В сепараторі (рис. 4.2, поз. 18) ароматичні речовини відокремлюються від парів, після проходять через охолоджувач рис. (рис. 4.2, поз. 19) і виводяться по трубі, далі поступаючи на змішування із соком, перед фасуванням.

Для забезпечення високої якості готового продукту випарювання соку потрібно здійснювати під тиском та з заданою температурою в відповідному корпусі апарату певний час. Вакуум в випарних корпусах поступово підвищується, відповідно температура випарювання соку послідовно зменшується. Для 4-х корпусного вакуум-випарного апарату температура по корпусах має орієнтовно становити: I – 90 °С, II – 79 °С, III – 66 °С, IV – 42 °С. Процес відбувається до вмісту в продукті 60% сухих речовин.

Концентрат доцільно зберігати окремо від ароматичних речовин, додаючи безпосередньо перед фасуванням в тару для реалізації.

Стерилізування в потоці. Відбувається асептично, завдяки швидкому нагріванні соку, а потім миттєвому охолодженні і фасуванню в стерильних умовах у стерильну тару. Сік після освітлення, фільтрування та концентрування нагрівають в установці до температури 100...104°С і витримують при цій температурі 15 секунд. Після чого одразу охолоджують до 20...25 °С і по стерильному трубопроводу завантажують в підготовлений збірник з мішалкою МЗС-210, і додають до нього при постійному помішуванні ароматичні речовини, що виділили попередньо. Після чого сік швидко фасують в тару та закупорюють. Температура соку при додаванні ароматичних речовин має не перевищувати 40°С, підігрівання соку при внесенні ароматичних речовин не допускається.

Ароматичні речовини густина яких 0,97 – 0,99 г/см³ додаються в кількості 2 % (по об'єму) від концентрованого соку.

Фасування та закупорювання. Після змішування сік негайно подають на фасування., в попередньо підготовлену тару - полімерну каністру, для харчових продуктів, об'ємом 5 л. Процес здійснюється автоматично, за допомогою сучасного обладнання Scaldopack Smartfiller. Це автоматична машина для дозування (наповнення) та закупорювання кришкою горловин. Машина оснащена 2 датчиками, які визначають наявність тари, що дозволяє автоматично запускати процес наповнення та закупорювання, завдяки чому оператору не потрібно натискати педаль або інший перемикач.

Зберігання. Проводять у складських приміщеннях до подальшої реалізації.

Апаратурно-технологічна схема виробництва соку концентрованого із шовковиці зображена на рис. 4.2.

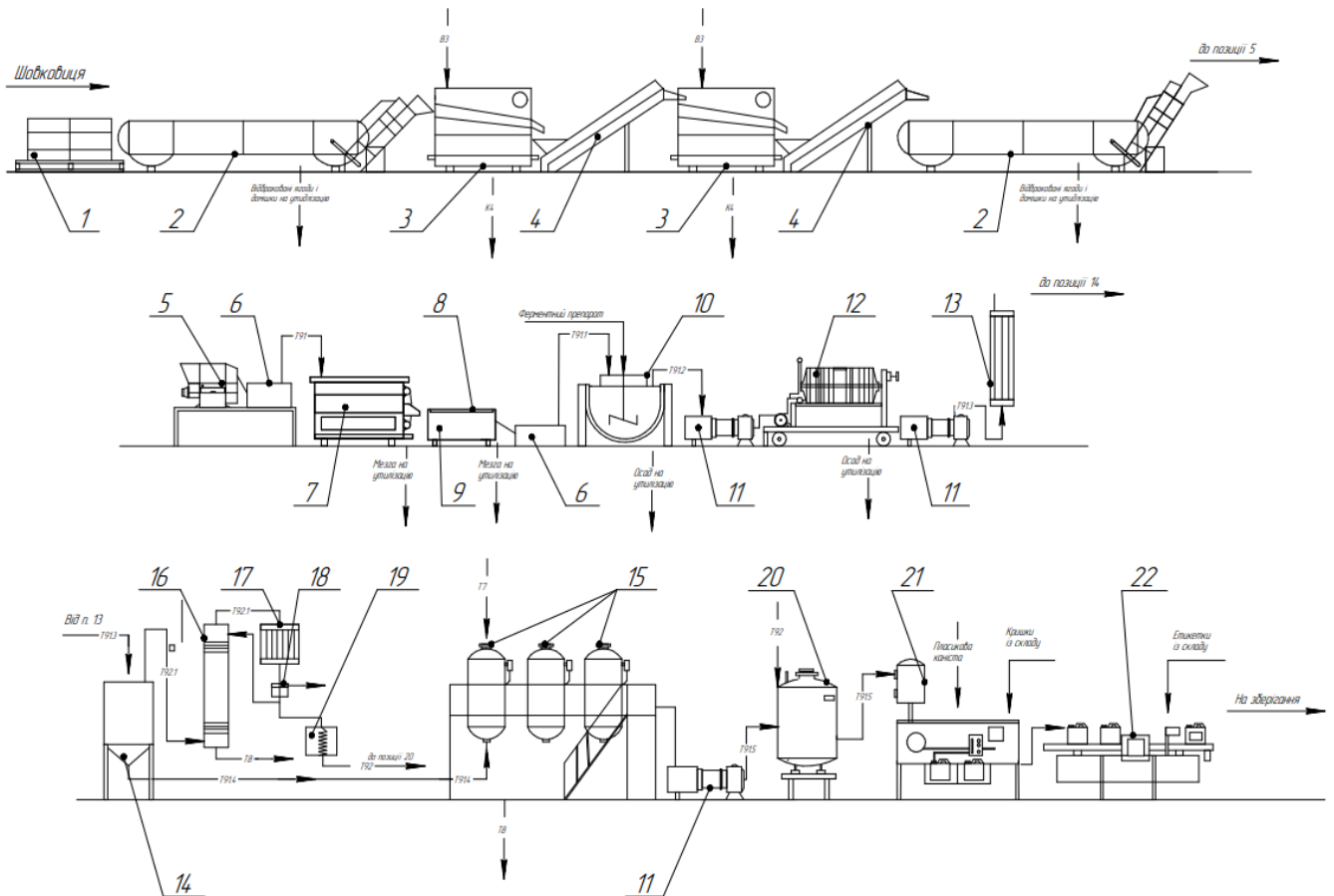


Рис.4.2 – Апаратурно-технологічна схема виробництва соку концентрованого із шовковиці

1. – ящики із сировиною; 2 – конвеєр стрічковий для інспектування; 3 – мийна машина струшувального типу; 4 – конвеєр; 5 – дробарка; 6 – насос; 7 – прес стрічковий; 8 – сито із нержавіючої сталі; 9 – збірник для соку; 10 – двохстінний котел; 11 – насос; 12. – фільтр-прес; 13 – випарювач безперервної дії; 14 – сепаратор; 15 – вакуум випарний апарат; 16 – ректифікаційна колона; 17 – конденсатор; 18 – сепаратор; 19 – охолоджувач; 20 – збірник з мішалкою; 21 – дозатор-укупорющик; 22 – етикетувальна машина.

4.2.1. Опис харчового продукту та його цільове призначення

Таблиця 4.1.

Опис соку концентрованого з шовковиці

№ п/п	Характеристика інформації	Опис
1	Назва продукту	Сік концентрований з шовковиці (освітлений)
2	Склад продукту	Шовковиця чорна
3	Структура	Густа рідина з вмістом СР=60-67%
4	Характеристики продукту	Густа, злегка в'язка рідина, темно-синього, темно-бордового кольору. Смак та аромат натуральний, відповідає смаку ягоди шовковиці без стороннього присмаку та аромату. Допускається наявність на дні тари невеликого ущільненого осаду білкових і пектинових речовин.
5	Вид оброблення	Сік вилучають пресуванням після подрібнення, освітлюють ферментними препаратами, та концентрують методом випарювання. Після чого продукт стерилізується в потоці і розливається в асептичних умовах
6	Споживча упаковка	Полімерна каністра харчова (поліетилен HDPE), V=5л
7	Транспортна упаковка	Гофрокартонні ящики та ущільнювач (повітряно-бульбашкова плівка)
8	Умови зберігання та транспортування	Зберігати в темному сухому місці в закритій тарі, при температурі від +1 °С до +10 °С. За відносної вологості повітря не більше 75%
9	Термін придатності	12 місяців з дня розливу концентрованого соку з цистерни, в каністру
10	Спосіб реалізації	Для харчових підприємств
11	Передбачуваний цільовий споживач	Перезначений для подальшого промислового перероблення, для загального вжитку після відновлення водою
12	Спосіб споживання.	Відновлюють підготовленою питною водою, відповідно до чинної нормативної документації у співвідношенні: до 1 вагової частини соку додають N вагових частин води. Одна вагова частина концентрату шовковиці до 6,25 води.

4.2. Аналіз ризиків при виробництві обраного продукту

Ефективна ідентифікація та аналіз небезпек є ключем до успішного плану НАССР.

Необхідно враховувати всі реальні чи потенційні небезпеки, які можуть виникнути в кожному інгредієнті та на кожному етапі виробництва продукту.

Небезпеки харчових продуктів для програм НАССР класифікуються на три типи небезпек:

1) **Біологічні:** зазвичай харчові бактеріальні патогени, такі як Salmonella, Listeria та E. coli, а також віруси, водорості, паразити та гриби.

2) **Хімічні:** існує три основні типи хімічних токсинів, які містяться в харчових продуктах: хімічні речовини природного походження, наприклад: ціаніди в деяких коренеплодах і алергенні сполуки в арахісі; токсини, що виробляються мікроорганізмами, напр. мікотоксини та токсини водоростей; а також хімічні речовини, додані в товар людиною для боротьби з виявленою проблемою, наприклад, фунгіциди або інсектициди.

3) **Фізичні:** забруднювачі, такі як бите скло, уламки металу, комахи або каміння.

У цій роботі при визначенні категорій небезпек та для присвоєння кодів в рамках системи НАССР використовували таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

Визначення категорії небезпечних чинників та присвоєння кодів в рамках системи НАССР

Код	Категорія небезпечного чинника	Опис небезпечних чинників
1	2	3
Б 1	<i>біологічний</i>	Бактеріальне забруднення, наявність патогенних бактерій, наприклад, Salmonella, Bacillus, Staphylococcus
Б 2	<i>мікробіологічний</i>	Ріст бактерій, включаючи утворення токсинів
Б 3	<i>мікробіологічний</i>	Повторне бактеріальне забруднення, наприклад, через недостатньо чисте обладнання
Б 4	<i>мікробіологічний</i>	Вживання патогенних бактерій, наприклад Salmonella, Staphylococcus через неналежну обробку

1	2	3
Б 5	<i>мікробіологічний</i>	Споротвірні бактерії, наявність, виживання, наприклад, <i>Clostridium botulinum</i> , різновиди <i>Bacillus</i> , особливо для термічних процесів
Х 1	<i>хімічний</i>	Хімічне забруднення, наприклад мастилами, миючими та дезінфікуючими засобами
Х 2	<i>хімічний</i>	Залишки хімічних речовин, наприклад, пестициди, афлатоксини, важкі метали, мікотоксини, меламін, нітрати, сульфіти тощо
Х 3	<i>хімічний</i>	Алергени – перехресні алергени, наприклад, молоко, соя, яйця, клейковина, арахіс тощо
Ф 1	<i>фізичний</i>	Сторонні предмети, наприклад, каміння, скло, деревина, метали, особисті речі, зламане обладнання тощо, що потрапляє через пошкоджені сита

Ймовірність виникнення небезпеки називається ризиком. Ризик може приймати значення від нуля до одиниці в залежності від ступеня впевненості в тому, що небезпека буде відсутня або буде присутня. Після визначення небезпеки необхідно провести аналіз небезпеки, щоб зрозуміти відносний ризик для здоров'я людини чи тварини, який створює небезпека. Це спосіб організації та аналізу наявної наукової інформації про природу та розмір ризику для здоров'я, пов'язаного з небезпекою.

Можливо, ризик доведеться оцінювати суб'єктивно та просто класифікувати як низький, середній або високий. Лише ті небезпеки, які, на думку команди НАССР, представляють неприйнятний ризик наявності, переходять до визначення критичних контрольних точок (ККТ)

Після виявлення загрози безпечності харчових продуктів слід розглянути відповідні *заходи контролю*. Це будь-яка дія або діяльність, яка може бути використана для контролю ідентифікованої небезпеки, щоб її запобігти, усунути або знизити до прийняттого рівня.

4.2.1. Визначення небезпечних чинників

Таблиця 4.3

Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників при виробництві соку концентрованого із ШОВКОВИЦІ

Номер та назва стадії (операції)	Небезпечні чинники, що виникають, посилюються або контролюються на цій стадії (Б–біологічні, Х–хімічні, Ф– фізичні)	Джерела (причини, умови) виникнення чи посилення небезпечного чинника	Прийнятий рівень небезпечного чинника у кінцевому продукті	Результати оцінки ризику			Обґрунтування вибору та оцінка небезпеки	Заходи керування та їхні комбінації
				Істотність впливу	Ймовірність виникнення	Ступінь ризику		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приймання шовковиці	Хімічний: Забруднення сировини важкими металами, пестицидами Х2	При порушенні умов вирощування сировини, забруднення важкими металами або пестицидами	Не допускається	3,0	0,2	0,6	Суттєвий. Може виникнути при забрудненні сировини із зовнішнього середовища	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.
	Фізичний: Наявні сторонні домішки (пісок, скло, метал, тароматеріали, каміння тощо) Ф1	Порушення умов транспортування	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. Програма-передумова системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Вхідний контроль сировини
Проміжне зберігання на складі	Біологічний: МАФАНМ, БГКП, Патогенних м/о Б2	Можливий розвиток бактерій при порушенні рекомендацій постачальника щодо температурних режимів зберігання сировини та пакувальних матеріалів	Не допускається	3,0	0,2	0,6	Суттєвий. Може виникнути при забрудненні сировини із зовнішнього середовища.	Дотримання температурних режимів на складах сировини.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Фізичний: Сторонні домішки (тароматеріали, металодомішки та інше) Ф1	Порушення санітарно-гігієнічних норм та товарного сусідства	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Дотримання товарного сусідства та регулярне прибирання складських приміщень
Інспектування	Біологічний: БГКП, патогенні м/о Б3	Даний ризик може виникнути при використанні технічної води для миття обладнання і недотриманні санітарних норм персоналом	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу; ПП системи НАССР щодо безпеки води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами	Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття. Вода на потужностях харчових продуктів, що може прямо чи опосередковано контактувати з продуктом повинна відповідати вимогам щодо питної води
	Фізичний: Сторонні домішки: (скло, особисті речі працівників та інші) Ф1	Сировина забруднена сторонніми домішками, поломка обладнання, розбиття виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Аудит постачальника, проведення ППР (планово-попереджувального ремонту)обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналі з внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом
Миття	Хімічний: Вода з залишками активного хлору, мастильні матеріали Х1	Можливе потрапляння мастильних матеріалів, що використовуються для змащення відкритих елементів обладнання, в сировину. Або перевищення кількості внесення мастильних матеріалів. Недостатнє очищення води від хлору через поломку фільтрів	Не допускається	2,0	0,1	0,2	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок. Та ПП системи НАССР щодо безпеки води	Проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку з дотриманням інструкцій. Контроль відповідності умов зберігання води, стану водопровідної мережі на потужності та етапів підготовки до використання

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Фізичний: Сторонні домішки: (скло, пластик, особисті речі працівників) Ф1	Пломка обладнання, розбиття виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції. Потрапляння речей працівників, що обслуговують технологічний процес	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналів внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом
Інспектування	Біологічний: БГКП, патогенні м/о Б3	Даний ризик може виникнути при використанні технічної води для миття обладнання і недотриманні санітарних норм персоналом	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу; ПП системи НАССР щодо безпеки води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами	Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття. Вода на потужностях харчових продуктів, що може прямо чи опосередковано контактувати з продуктом повинна відповідати вимогам щодо питної води
	Фізичний: Сторонні домішки: (скло, особисті речі працівників та інші) Ф1	Може виникнути при поломці обладнання, розбитті виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналів внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом
Подрібнення та видалення соку	Біологічний: МАФАНМ, БГКП, Патогенних м/о Б3	Ризик може виникнути при використанні технічної води для миття обладнання і недотриманні санітарних норм персоналом	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу; ПП системи НАССР щодо безпеки води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами	Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття. Вода на потужностях харчових продуктів, що може прямо чи опосередковано контактувати з продуктом повинна відповідати вимогам щодо питної води

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.
	Фізичний Сторонні домішки (скло, пластик, особисті речі працівників) Ф1	При недотриманні правил технічного обслуговування обладнання, його поломці. Розбиття виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції. Потрапляння особистих речей працівників.	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Дотримання правил експлуатації технологічного обладнання, Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналів внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом
Продідування	Біологічний: БГКП, патогенні м/о Б3	Даний ризик може виникнути при використанні технічної води для миття обладнання і недотриманні санітарних норм персоналом	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу; ПП системи НАССР щодо безпечності води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами	Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття. Вода на потужностях харчових продуктів, що може прямо чи опосередковано контактувати з продуктом повинна відповідати вимогам щодо питної води

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.
	Фізичний: Сторонні домішки (скло, пластик, металічна домішка із сита) Ф1	При недотриманні правил технічного обслуговування обладнання, його поломці (злам сита). Розбиття виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції. Потрапляння особистих речей працівників.	Не допускається	2,0	0,2	0,4	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок	Дотримання правил експлуатації технологічного обладнання, Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналів внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом
Освітлення	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миттєве нагрівання та охолодження	Біологічний: БГКП, патогенні м/о БЗ	При недотриманні температурних режимів нагрівання та охолодження не відбудеться інактивація ферментів та існує ймовірність виживання патогенних м/о	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо контролю технологічних процесів	Виконання умов контролю параметрів технологічних процесів і виробничого середовища прийнятні для виконання встановлених вимог до харчових продуктів. Проводити контроль температури та часу проведення процесу на справному та відкаліброваному обладнанні
	Хімічний: Залишки миючих засобів Х1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.
Фільтрування	Біологічний: БГКП, патогенні м/о БЗ	Даний ризик може виникнути при використанні технічної води для миття обладнання і недотриманні санітарних норм персоналом	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу; ПП системи НАССР щодо безпечності води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами	Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття. Вода на потужностях харчових продуктів, що може прямо чи опосередковано контактувати з продуктом повинна відповідати вимогам щодо питної води

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.
	Фізичний: Сторонні домішки (скло, пластик, металічна домішка із сита) Ф1	При недотриманні правил технічного обслуговування обладнання, його поломці (злам сита). Розбиття виробів із скла або пластику в зоні проведення технологічної операції. Потрапляння особистих речей працівників.	Не допускається	3,0	0,2	0,6	Суттєвий. Може виникнути при поломці сита, тоді є висока ймовірність потрапляння металічної домішки в готовий продукт	Проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку з дотриманням інструкцій з експлуатації.
Концентрування	Мікробіологічний: загальне мікробне число, наявність БГКП, патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella Б4	Вживання патогенних мікроорганізмів при не дотриманні температурних режимів та часу теплової обробки. Від працівників	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо контролю технологічних процесів; ПП системи НАССР щодо здоров'я та гігієни персоналу	Виконання умов контролю параметрів технологічних процесів і виробничого середовища прийнятні для виконання встановлених вимог до харчових продуктів. Проводити контроль температури та часу проведення процесу на справному та відкаліброваному обладнанні Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодежды та взуття.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.
Стерилізування	Мікробіологічний: загальне мікробне число, наявність БГКП, патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella B4	Вживання патогенних мікроорганізмів при не дотриманні температурних режимів та часу теплової обробки. Від працівників	Не допускається	3,0	0,2	0,6	Суттєвий. Може виникнути при не дотриманні температурних режимів, та часу проходження процесу. Також при недотриманні санітарних норм персоналом	Контроль за дотриманням встановлених технологічних режимів. Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття.
	Хімічний: Залишки миючих засобів X1	Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь	Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фасування і закупорювання	<p>Біологічний: Попадання цвілі і дріжджів з контакту від контакту з повітрям</p> <p>Б3</p>	<p>При порушенні герметичності закупорювання тари (доступ повітря з навколишнього середовища)</p>	<p>Не допускається</p>	<p>2,0</p>	<p>0,1</p>	<p>0,2</p>	<p>Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування, а також заходів щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок</p> <p>ПП системи НАССР щодо планування та стану комунікацій (вентиляції, водопроводів водопостачання та водовідведення, електро- та газопостачання, освітлення тощо)</p>	<p>Дотримання правил експлуатації технологічного обладнання. Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку, ведення журналів внесення сторонніх предметів в зону поводження з харчовим продуктом</p> <p>Проведення операторами ринку оцінки ризику забруднення від повітря харчових продуктів. Забезпечення належної вентиляції приміщень, де здійснюються роботи з харчовими продуктами, а також допоміжних та побутових приміщень. Системи вентиляції мають встановлюватися таким чином, щоб фільтри та інші компоненти, які потребують чищення, були легкодоступні.</p>
	<p>Хімічний: Залишки миючих засобів на обладнанні, тарі та кришці</p> <p>X1</p>	<p>Може виникнути при відсутності або неналежному контролі миття обладнання, тари та кришок</p>	<p>Не допускається</p>	<p>3,0</p>	<p>0,1</p>	<p>0,3</p>	<p>Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо чистоти поверхонь, процедур прибирання виробничих, допоміжних, побутових приміщень та інших поверхонь</p>	<p>Процедури миття обладнання, задокументовані і повністю впроваджені. Мийні та дезінфекційні засоби повинні бути ефективними для застосування у визначених специфічних умовах, але не повинні становити загрозу безпечності харчових продуктів за умови їх належного використання. Належний рівень кваліфікації персоналу.</p>

Закінчення таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Фізичний: металічна домішка із сита, металічні частини обладнання, металічна стружка та інші Ф1	При недотриманні правил технічного обслуговування фасувальної машини, відсутність металодетектора на контролі готового продукту.	Не допускається	3,0	0,2	0,6	Суттєвий. Даний ризик можливий при недотриманні правил технічного обслуговування обладнання.	Своєчасне обслуговування і перевірка роботи фасувального апарату. Вчасне проведення ППР (планово- попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку. Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування та закупорювання готового продукту.
ОГП (маркування і пакування в транспортну тару)	Відсутність небезпечних факторів	-	-	-	-	-	-	-
Зберігання	Біологічний: Вживання, розвиток патогенної мікрофлори Б5	Недотримання умов зберігання готового продукту (температурних режимів, відносної вологості повітря) в складських приміщеннях.	Не допускається	3,0	0,1	0,3	Несуттєвий. ПП системи НАССР щодо зберігання та транспортування При недотриманні рекомендацій щодо температури зберігання продукту.	Приміщення мають бути достатніми за площею та обладнанням для забезпечення умов зберігання.. Необхідне обладнання для зберігання харчових продуктів повинно підтримувати умови зберігання при повній завантаженості приміщення з проведенням контролю за режимами температури та вологи, а саме: Т від та до: +1...+10°C. W не більше 75% Уникаючи потрапляння сонячного світла

4.2.2. Встановлення значущості ризиків

Після встановлення всього переліку можливих небезпечних факторів визначили їх значущість, тобто наскільки вони є небезпечними для споживача.

Для цього враховували вірогідність виникнення небезпечного чинника та його негативний вплив на здоров'я. Визначили, які з ризиків є такими, що їх усунення або зменшення до прийняттого рівня є важливим для виробництва безпечних продуктів. Значущі ризики мають контролюватись, якщо:

- їх поява достатньо ймовірна,
- існує ймовірність того, що вони призведуть до неприйнятних ризиків

для споживачів. Значущість ризику (ЗР) розраховується як:

$$\text{ЗР} = \text{вірогідність} \times \text{серйозність},$$

де: серйозність – це ступінь шкідливого впливу на споживача.

Для оцінки значущості ризику користувалась таблицею 4.4.

Таблиця 4.4

Метод визначення значущості небезпечних факторів

	Серйозність шкідливого впливу - С			
	ЗР = В x С	Невисока (С = 1)	Середня (С = 2)	Висока (С = 3)
Ймовірність виникнення небезпечного фактора - В	Невисока (В = 0,1)	К = 0,1 -	К = 0,2 -	К = 0,3 -
	Середня (В = 0,2)	К = 0,2 -	К = 0,4 -	К = 0,6 +
	Висока (В = 0,3)	К = 0,3 -	К = 0,6 +	К = 0,9 +

Якщо коефіцієнт $\text{ЗР} \geq 0,6$, то небезпечний фактор – значимий.

4.2.3. Аналіз наявності ККТ в технологічному процесі

Визначення (ідентифікація) критичних контрольних точок ґрунтується на логічному підході. Такий підхід група НАССР здійснює відповідно до свого практичного досвіду та знань про процес та продукт з можливим використанням дерева рішень. Дерево рішень застосовується до тих етапів процесу, на яких за допомогою аналізу небезпечних факторів виявлено ризик того, що небезпечний фактор може перевищити допустиму норму і призвести до загрози безпечності харчових продуктів. При цьому етап технологічного процесу розглядають у логічній послідовності з іншими етапами процесу, беручи до уваги весь технологічний процес, що дозволить уникнути появи зайвих ККТ [56].

Для допомоги у визначенні правильних ККТ використали «Дерево рішень» (Додаток А), яке являє собою послідовність логічних запитань, на які відповіли при аналізі кожного з суттєвих ризиків, визначених у попередньому підрозділі. Таким чином, для кожного суттєвого небезпечного чинника за «Деревом рішень» здійснюється перевірка – чи є цей небезпечний чинник ККТ чи ні.

Таблиця 4.5

Результати визначення ККТ та ОПП соку концентрованого із шовковиці

Етап	Ризик	Причина/ Обґрунтування ризику	Серйозність ризику	Контроль/Попереджувальні дії	Розподіл засобів контролю на ОПП та ККТ шляхом вибору відповідей на питання В1 – В5						
					В1	В2	В3	В4	В5	КТ/ККТ/ОПП/ модифікація процесу	Обґрунтування рішення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Приймання	X2	При порушенні умов вирощування сировини, забруднення важкими металами або пестицидами	0,6	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.	Так	Ні	Так	Так	Ні	ОПП №1	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.

Закінчення табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проміжне зберігання на складі	Б2	Можливий розвиток патогенних м/о при порушенні рекомендацій постачальника щодо температурних режимів зберігання сировини та пакувальних матеріалів	0,6	Дотримання температурних режимів на складах сировини.	Так	Ні	Так	Так	Ні	ОПП №2	Дотримання температурних режимів на складах сировини.
Фільтрування	Ф1	Можливе забруднення сторонніми домішками. Може виникнути при недотриманні правил технічного обслуговування обладнання, поломці сита (металічна домішка).	0,6	Дотримання інструкції технологічного процесу та його контроль.	Так	Так				ККТ №1	Проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку з дотриманням інструкцій з експлуатації.
Стерилізування	Б4	Може виникнути при не дотриманні температурних режимів, та часу проходження процесу. Також при недотриманні санітарних норм персоналом	0,6	Контроль за дотриманням встановлених технологічних режимів. Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття.	Так	Так				ККТ №2	Контроль за дотриманням встановлених технологічних режимів. Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття.
Фасування	Ф1	Є ризик потрапляння металомігнітних домішок в готовий продукт (металічна домішка із сита, металічні частини обладнання, металічна стружка та інші).	0,6	Своєчасне обслуговування і перевірка роботи фасувального апарату. Вчасне проведення ППР обладнання згідно визначеного графіку. Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування та закупорювання готового продукту.	Так	Так				ККТ №3	Своєчасне обслуговування і перевірка роботи фасувального апарату. . Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку. Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування та закупорювання готового продукту.

4.2.4. Розроблення процедур моніторингу та встановлення коригуючих дій

Таблиця 4.6.

Процедури моніторингу та корегувальні дії для обраних ККТ

КТК №_ /стадія Процедура моніторингу процесу	Небезпечний(-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Критична межа	Процедура моніторингу					Коригування та коригувальні дії/ Відповідальність/ Протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, що використовуютьс я для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцін ює результати	Протоколи	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КТК №1 Фільтрування	Фізичний, потрапляння сторонньої домішки в продукт (скло, пластик, металічна домішка із сита)	Наявність сторонніх домішок – не більше 0,05%.	Перевірка цілісності сит	Візуально	Кожну годину	Оператор лінії	Журнал перевірки справності сит. Журнал відповідності процесу фільтрування	При виявленні поломки сита, зупинити роботу лінії та проведення заміни сит.
КТК №2 Стерилізування в потоці	Мікробіологічний, загальне мікробне число, наявність БГКП, патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella	Температура проведення технологічного процесу не менше 100 °С. Час проведення не менше 15с.	Вимірювання температури і часу	Термометр, таймер	Постійно (під час проведенн я процесу)	Оператор лінії	Журнал контролю температури і часу стерилізації. Форма реєстрації невідповідностей	Група НАССР оцінює вплив невідповідності та приймає подальші рішення: утилізація продукції, або повторний процес стерилізації. Вимірювальне обладнання перед початком роботи калібрують та провадять перевірку згідно плану-графіку.
КТК №3 Фасування	Фізичний, металомагнітні домішки	Наявність металодомішок	Сила магніту	Металоде -тектор	Постійно	Оператор лінії фасування	Журнал відповідності процесу	Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування готового продукту.

Таблиця 4.7.

Процедури моніторингу та коригувальні дії для обраних ОПШ

Небезпечний (і) чинник(и), який(і) має бути скеровано програмою	Захід(-оди) керування	Процедура моніторингу					Коригування та коригувальні дії/ Відповідальність/ Протоколи
		Вимірювання або спостереження	Прилади, використовувані для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/ оцінює результати	Протоколи	
1	2	3	4	5	6	7	8
ОПШ №1 Приймання сировини	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.	Перевірка супровідної документації, проведення вхідного контролю, замовлення незалежних досліджень	Відповідно до методик досліджень	Кожна партія	Фахівець з якості, інженер-хімік	Журнал вхідного контролю сировини	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.
ОПШ №2 Проміжне зберігання на складі	Контроль температурних режимів (від плюс 2 °С до плюс 6 °С) і відносна вологість повітря не більше ніж 90 %	Температура та вологість на складі сировини	Термометр, гігрометр	Кожні 2 години	Фахівець з якості	Журнал контролю температури та вологості в складських приміщеннях	Калібрування холодильного обладнання. Утримання складських приміщень у належному стані. Проводити повірку вимірювальних приладів згідно плану-графіку

4.3. НАССР план для виробництва соку концентрованого із шовковиці

Таблиця 4.8.

ККТ/ ОПП	Категорія небезпечного чинника	Етап виробничого процесу	Небезпечний чинник	Заходи керування	Критичні межі	Моніторинг					Корекції та КД	Протоколи	Верифікація
						Параметр (що?)	Місце (де?)	Метод (як?)	Періодичність (коли?)	Відповідальний (хто?)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ОПП №1	X2	Приймання	При порушенні умов вирощування сировини, забруднення важкими металами або пестицидами	Контроль постачальника, щодо дотримання умов вирощування сировини, супровідні документи на продукцію, незалежні лабораторні дослідження.	Показники безпеки і фізико-хімічні показники згідно діючої НД	Показники безпеки і фізико-хімічні показники згідно діючої НД	Сировинний майданчик	Згідно з вимогами ДСТУ 8309:2015	Постійно, кожну партію	Фахівець з якості, інженер-хімік	Зупинка виробничого процесу, проведення відбору контрольних проб інженером-хіміком, лаборантом або фахівцем з якості.	Журнал вхідного контролю сировини	Незалежні лабораторні дослідження
ОПП №2	Б2	Проміжне зберігання на складі	Розвиток патогенних м/о при порушенні рекомендацій постачальника щодо температурних режимів зберігання сировини та пакувальних матеріалів	Дотримання температурних режимів на складах сировини (в охолоджувальному середовищі).	Температура (від плюс 2 °С до плюс 6 °С) і відносна вологість повітря не більше ніж 90 %	Температура та вологість	Склад сировини (охолоджувальне середовище).	Згідно з вимогами ДСТУ 8309:2015	Кожні 2 години	Фахівець з якості	Калібрування холодильного обладнання. Утримання складських приміщень у належному стані. Проведення повірки вимірювальних приладів згідно плану-графіку	Журнал контролю температури та вологості в складських приміщеннях	Перевірка температури та справності вимірювальних приладів

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ККТ №1	Ф1	Фільтрування	Потрапляння сторонньої домішки в продукт (скло, пластик, металічна домішка із сита)	Проведення ППР (планово-попереджуваль-ного ремонту) обладнання згідно визначеного графіку з дотриманням інструкцій з експлуатації.	Наявність сторонніх домішок – не більше 0,05%.	Кількість сторонніх домішок, цілісність сита	Фільтрувальний апарат	Візуально та зважуванням	Кожну годину	Оператор лінії	При виявленні поломки сита, зупинка роботи лінії та проведення заміни сит.	Журнал перевірки справності сит. Журнал відповідності процесу фільтрування	Кількість сторонньої домішки в готовому продукті
ККТ №2	Б4	Стерилізування в потоці	Вживання патогенних мікроорганізмів при не дотриманні температурних режимів та часу теплової обробки. Від працівників	Контроль за дотриманням встановлених технологічних режимів. Контроль над проведенням планових медичних оглядів персоналу, використання спецодягу та взуття.	Температура проведення технологічного процесу не менше 100 °С. Час проведення не менше 15с.	Температура та час	Установка для стерилізації в асептичних умовах	-	Постійно (під час проведення процесу)	Оператор лінії	Група НАССР оцінює вплив невідповідності та приймає подальші рішення: утилізація продукції, або повторний процес стерилізації. Вимірювальне обладнання перед початком роботи калібрують та провадять перевірку згідно плану-графіку	Журнал контролю температури і часу стерилізації. Форма реєстрації невідповідностей	Мікробіологічний аналіз готової продукції

Закінчення табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ККТ №3	Б3	Фасування	Є ризик потрапляння металоманітних домішок в готовий продукт (металічна домішка із металічні частини обладнання, металічна стружка та інші).	Своєчасне обслуговування і перевірка роботи фасувального апарату. Вчасне проведення ППР (планово-попереджувального ремонту) обладнання згідно визначеного графіку. Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування та закупорювання готового продукту.	Сила магніту	Наявність металодомішок	Металодетектор	Автоматично	Постійно	Оператор лінії фасування	Встановлення та калібрування металодетектора на процесі фасування готового продукту.	Журнал відповідності процесу	Вміст металоманітної домішки в готовому продукті

4.4. Висновки до розділу 4

Впровадження системи НАССР у виробництво концентрованого соку з плодів шовковиці чорної є важливим кроком для забезпечення високої якості та безпечності готового продукту.

У розділі розроблено та описано принципово-технологічну схему виробництва концентрату соку шовковичі чорної. Було проведено визначення та аналіз всіх небезпечних факторів. Також надано перелік запобіжних заходів, щоб знизити ризик виникнення небезпечних факторів на кожному етапі технологічного процесу.

Охарактеризовано які програми-передумови потрібно створити та запровадити відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» та Наказу Міністерства Аграрної політики та продовольства України № 590.

Розроблений у роботі НАССР-план враховує всі основні етапи технологічного процесу, аналізує виявлені ризики та визначає критичні контрольні точки (ККТ) для управління ними. За допомогою «дерева рішень» визначили, що етапи фільтрування, стерилізації готового продукту та фасування в споживчу тару є критичними контрольними точками. Також при аналізі були виявлені такі ОПП: приймання сировини (ОПП№1), проміжне зберігання на складі (ОПП№ 2). На основі отриманих даних складено План управління небезпечними факторами НАССР.

Впровадження системи НАССР передбачає заходи, що забезпечують необхідний рівень показників безпечності продукції в процесі її виробництва, причому саме в тих критичних точках технологічного процесу, де може виникнути загроза появи небезпечних чинників. Це необхідно не тільки для дотримання вимог законодавства, але і для зниження ризиків, які пов'язані з харчовими отруєннями споживачів, для удосконалення харчового продукту та процесу його виробництва.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБНИЦТВА СОКУ КОНЦЕНТРОВАНОГО ІЗ ШОВКОВИЦІ

Калькуляційною одиницею визначено 1 тону. Особливості розрахунку окремих статей витрат і визначення собівартості продукції розраховуються наступним чином.

5.1. Сировина і основні матеріали

Стаття «Сировина та основні матеріали» має комплексний характер, що охоплює всі види матеріальних ресурсів, які формують матеріальну основу продукції. У цьому розділі плануються витрати на сировину та основні матеріали, необхідні для виробництва продукту.

Розрахунок норм витрат сировини визначають за формулою:

$$НВ = \frac{M \cdot 100}{100 - x},$$

де, НВ – норми витрат, кг,

М – маса продукту за рецептурою, кг,

x – сумарні втрати і відходи, % до вихідної маси

$$НВ_{\text{шовк.}} = \frac{1000 \cdot 100}{(100 - 30)} = 1428,6.$$

1428,6 – це норми витрат для отримання соку з W(Cp) – 13,5%

Так як ми виробляємо сік концентрований з шовковиці, з W(Cp) – 60%, то потрібно здійснити перерахунок:

1428,6 – 13,5%

x кг – 60%

$$НВ_{(60\%)} = \frac{1428,6 \cdot 60}{13,5} = 6349,3 \text{ кг}$$

Рецептура і норми витрат для виробництва «Соку концентрованого із шовковиці» наведені в таблиці 5.1.

**Рецептура і норма витрат для виробництва
«Соку концентрованого із шовковиці – 65% Ср»**

Найменування сировини	Рецептура, кг	Втрати і відходи	Норми витрат, кг (за інструкцією для 13,5% Ср)	Норми витрат, кг (розраховані до 60% Ср)
Шовковиця	1000	30	1428,6	6349,3

Розрахунок витрат на сировину та основні матеріали наведений таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Розрахунок витрат на сировину

Назва сировини	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 тонну, кг	Ціна за одиницю продукції, грн.	Сума
Шовковиця	кг	6349,3	255,0	1 619 071,55

Транспортно-заготівельні витрати складають, 0,1 % від вартості сировини на 1 тонну:

$$\frac{1\,619\,071,55 \cdot 0,1}{100} = 1619,1 \text{ грн}$$

Витрати сировини з урахуванням транспортно-заготівельних витрат складають:

$$1\,619\,071,55 + 1619,1 = 1\,620\,690,65 \text{ грн}$$

5.2. Тара та допоміжні матеріали

В статті «Тара та допоміжні матеріали» плануються витрати на допоміжні матеріали, які беруть участь у виготовленні продукції або використовуються для забезпечення технологічного процесу.

Вирахуємо густину готового продукту

$$p = \frac{267}{267 - m'}$$

де m' – вміст сухих речовин концентрату, %

$$p = \frac{267}{267 - 60} = 1,3$$

Тоді у каністру об'єм якої 5л, готового продукту розливаємо 6,5 кг.

З варки 1000 кг отримаємо партію 153 каністри.

Розрахунок витрат на тару та допоміжних матеріалів для виготовлення.

Концентрату соку шрвковиці зазначено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3.

Розрахунок витрат на тару та допоміжних матеріалів для виготовлення соку концентрованого із шовковиці

Назва тари і допоміжних матеріалів	Одиниці виміру	Норми витрати на1 тонну, кг	Ціна за одиницю продукції, грн.	Сума, грн
Полімерна каністра з кришкою	шт	153	42	6426
Етикетка	шт	153	1,8	273,6
Разом пакувальні матеріали				6699,6

Транспортно-заготівельні витрати по тарі та допоміжних матеріалах складають 5,2 % від вартості тари та допоміжних матеріалів:

Тому на 1 тонну:

$$V_{\text{ТЗ}} = 6699,6 * 5,2\% = 348,4 \text{ грн}$$

Витрати по тарі та допоміжних матеріалів з урахуванням транспортно–заготівельних витрат складають:

$$V_{\text{заг тари}} = 6699,6 + 348,4 = 7048 \text{ кг}$$

5.3. 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 5.3.

Таблиця 5.4.

Розрахунок витрат на паливо, електроенергію на технологічні потреби

Назва	Одиниці виміру	Норми витрат на 1 тонну, кг	Ціна за одиницю продукції, грн.	Сума, грн
Умовне паливо	т	1,4		-
Коефіцієнт перерахунку в натуральне Паливо	-	1,2		-
Натуральне паливо (газ)	м ³	0,9	7340,3	6606,27
Електроенергія	кВт/год	3,8	170	646
Вода	м ³	60	17,6	1056
Разом				8308,27

5.4. Заробітна плата основних виробничих робітників

До статті розрахунку «Основна заробітна плата» належать такі витрати:

1. Оплата праці, яка включає основну та додаткову заробітну плату (премії, заохочення тощо), що виплачується персоналу відповідно до системи оплати праці, затвердженої на підприємстві. Це охоплює всі види грошових і матеріальних доплат

2. Гарантійні та компенсаційні виплати працівникам, зокрема ті, що пов'язані з індексацією заробітної плати або затриманою її виплатою, якщо це передбачено чинним законодавством.

3. Оплата невідпрацьованого часу працівників, що відповідає законодавчим вимогам: витрати на щорічні відпустки, відрахування на створення резерву для майбутніх відпусток, витрати на навчання та підвищення кваліфікації персоналу, а також інші витрати, що визнаються елементами оплати праці.

Заробітна плата в умовах погодинної оплати нараховується на основі тарифної ставки працівника відповідно до розпорядження, з урахуванням фактично відпрацьованого часу. Вона може бути встановлена як погодинна так і денна або місячна ставка

Пряма заробітна плата складається з суми відрядних розцінок, які виплачуються працівникам-відрядникам, і заробітної плати працівників-погодинників, обчисленої за тарифними ставками. Тривалість зміни визначається технологічним процесом встановлюється нарівні 8 або 12 годин.

Таблиця 5.5.

Розрахунок годинної тарифної ставки

Розряд	1	2	3	4	5
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,09	1,18	1,27	1,31
Годинна тарифна ставка	42,6	46,4	50,3	54,1	55,8

Таблиця 5.6.

Розрахунок основної заробітної плати робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці

Посада	К-сть робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Тривалість зміни, год.	К-сть змін	Добова тарифна ставка, грн
1	2	3	4	5	6	7
<i>Основні процеси виробництва концентрату із соку шовковиці</i>						
Оператор підготовки сировини	3	3	50,3	8	2	402,4
Оператор варильного відділення	1	5	55,8	8	2	446,4
Всього	4			8		1653,6
<i>Фасування та організація готового продукту</i>						
Оператор лінії фасування/пакування	2	2	46,4	8	2	371,2
Вантажник	1	3	50,3	8	2	402,4
Всього	3			8		1144,8
Усього за добу (2 зміни)						5596,8
Кількість часу на виробництво 1 т продукції – 13 годин						
Витрати по заробітній платі на 1 т продукції						4547,4

5.5. Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткова заробітна плата – це плата, що надається за перевищення звичайних трудових норм, досягнення трудових успіхів, прояв творчого підходу чи за особливі умови праці. Вона включає різноманітні доплати, надбавки, компенсації та гарантії, визначені чинними нормами законодавства, а також премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і обов'язків. До структури додаткової заробітної плати входять такі елементи, як доплати та

надбавки до тарифних ставок та посадових окладів у розмірах, затверджених законодавством, премії для працівників різних категорій за виробничі результати, зокрема заощадження окремих видів матеріальних ресурсів, винагороди за стаж роботи або за спеціальність.

Розмір додаткової заробітної плати приймаємо у розмірі 45 % від основної заробітної плати

Розрахунок додаткової заробітної плати наведено в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7.

Розрахунок додаткової заробітної плати

Продукт	Витрати по заробітній платі на 1 тону продукції, грн	Розмір доплат, %	Додаткова заробітна плата, грн
Концентрований сік із шовковиці	4547,4	45	2046,3

5.6. Розрахунок нарахування на заробітну плату

Єдиний соціальний внесок – обов'язковий платіж до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування, що справляється в Україні з метою забезпечення страхових виплат за поточними видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Платники єдиного соціального внеску – це роботодавці; фізичні особипідприємці; особи, які забезпечують себе роботою самостійно – займаються незалежною професійною діяльністю; особи, які працюють на виборних посадах; військовослужбовці та інші категорії платників податків.

Відрахування здійснюються у розмірах, визначених законодавством, у відсотках до суми основної та додаткової заробітної плати. Загальна сума відрахувань приймається у розмірі 22 %.

Розрахунок єдиного соціального внеску наведено в таблиці 5.8.

Розрахунок єдиного соціального внеску

Продукт	Заробітна плата, грн.		Всього у фонд оплати праці на 1 тону, грн	Відрахування на соціальні заходи, 22%	Сума відрахувань на ЗП, грн
	Основна	Додаткова			
Концентрований сік із шовковиці	4547,4	2046,3	6593,7	22	8044,3

5.7. Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

Для розрахунку витрат на утримання і експлуатацію устаткування їх розмір можна приймати нарівні 68 % від суми основної заробітної плати робітників:

$$V_{\text{екс}} = ЗП_{\text{ос}} * 0,68 = 4547,4 * 0,68 = 3092,2 \text{ грн}$$

5.8. Розрахунок загальновиробничих витрат

Загальновиробничі витрати можна приймати в розмірі 80 % від основної заробітної плати робітників:

$$V_{\text{зв}} = ЗП_{\text{ос}} * 0,8 = 4547,4 * 0,8 = 3637,9 \text{ грн}$$

5.9. Розрахунок виробничої собівартості 1 тони продукції

Розрахунок виробничої собівартості 1 тонни концентрасу соку шовковиці визначають за формулою:

$$BC = V_{\text{м}} + V_{\text{зп}} + V_{\text{пал}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{зв}} + V_{\text{п}},$$

де, $V_{\text{м}}$ – витрати на сировину і матеріали;

$V_{\text{зп}}$ – витрати на заробітну плату ЄСВ;

$V_{\text{пал}}$ – відрахування на паливні матеріали;

$V_{\text{екс}}$ – витрати на утримання та експлуатацію устаткування;

$V_{\text{зв}}$ – загально виробничі витрати;

$V_{\text{п}}$ – витрати на паливо.

Тоді:

$$\begin{aligned} BC &= 1\,620\,690,65 + 7048 + 8044,3 + 3092,2 + 3637,9 + 8308,27 \\ &= 1\,650\,821,32 \text{ грн} \end{aligned}$$

5.10. Розрахунок адміністративних витрат

За відсутності заводських даних розмір адміністративних витрат можна приймати в розмірі 10 % від виробничої собівартості (крім вартості основної сировини). Виходить:

$$АдмВ = 30129,67 * 0,1 = 3012,97 \text{ грн}$$

5.11. Розрахунок витрат на збут

Витрати, що входять до цієї статті калькуляції, безпосередньо відносяться на певний вид продукції. У разі неможливості їх визначення вони можуть відноситися на кожен вид продукції у розмірі 20 %. Виходить:

$$В_{зб} = 30129,67 * 0,2 = 6025,9 \text{ грн}$$

Повні витрати на сік концентрований із шовковиці становлять:

$$1\,650\,821,32 + 3012,97 + 6025,9 = 1\,659\,860,19 \text{ грн.}$$

5.12. Визначення ефективності виробництва продукції

Для визначення ефективності виробництва та реалізації продукції розраховують виробничу собівартість, повні витрати на виробництво продукції, планують величину очікуваного прибутку, виходячи із встановленої ціни. Планова калькуляція 1 тонни соку концентрованого іщ шовковиці зазначено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9.

Планова калькуляція 1 т соку концентрованого із шовковиці

Назви статей	Одиниці виміру	Витрати на 1 тонну, грн.
Сировина і основні матеріали	кг	1 619 071,55
Тара та допоміжні матеріали	шт.	7048

Паливо, електроенергія та вода на технологічні потреби	кВт·год/м ²	8308,27
Заробітна плата основних виробничих робітників	грн	8044,3
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	грн	3092,2
Загальні виробничі витрати	грн	3637,9
Виробнича собівартість	грн	1 650 821,32
Адміністративно-побутові витрати	грн	3012,97
Витрати на збут	грн	6025,9
Повні витрати	грн	1 659 860,19

Відпускна ціна продукції підприємства включає в себе – виробничу собівартість, визначені адміністративні витрати, витрати на збут, норму прибутку.

Тому:

$$Ц = ВС + В_а + В_з + П,$$

де, Ц – ціна, грн;

ВС – виробнича собівартість продукції;

В_а – адміністративні витрати;

В_з – витрати на збут;

П – сума прибутку, грн;

ПДВ – сума податку на додану вартість.

Суму прибутку визначають за формулою:

$$П = \frac{P \cdot (ВС + В_а + В_з)}{100},$$

де Р – рівень рентабельності, що планується підприємством (або встановлюється законодавчо).

$$P = \frac{П}{ПВ}$$

$$V_{1 \text{ грн}} = \frac{BC}{Ц}$$

де, P_v – повні витрати;

P – прибуток, грн;

$Ц$ – відпускна ціна підприємства без ПДВ, грн;

BC – виробнича собівартість продукції, грн;

$V_{1 \text{ грн}}$ – вартість з однієї гривні, грн.

$$P_{\text{конц.}} = \frac{20 * (1\,650\,821,32 + 3012,97 + 6025,9)}{100} = 451\,272,6 \text{ грн}$$

$$Ц_{\text{конц.}} = 1\,650\,821,32 + 3012,97 + 6025,9 + 451\,272,6 = 2\,111\,132,79 \text{ грн}$$

$$P_{\text{коонц}} = \frac{451272,6}{1\,659\,860,19} * 100 = 27\%$$

$$V_{1 \text{ грн}} = \frac{1\,650\,821,32}{451\,272,6} = 3,66 \text{ грн}$$

Розрахунок відпускної ціни соку концентрованого із шовковиці зазначено в таблиці 5.10

Таблиця 5.10.

Розрахунок відпускної ціни, грн. за 1 тону

№п/п	Показники	Сік концентрований із шовковиці
1	Виробнича собівартість	1 650 821,32
2	Адміністративні витрати	3012,97
3	Витрати на збут	6025,9
4	Повні витрати	1 659 860,19
5	Рентабельність, %	20,0
6	Прибуток	451 272,6
7	Відпускна ціна підприємства (без ПДВ)	2111 132,79
8	ПДВ (20 %)	422 226,558
9	Відпускна ціна	2 433 359,348
10	Відпускна ціна за 1 одиницю (каністра 5л)	15 816,8
11	Торгівельна націнка	791
12	Роздрібна ціна 1 одиницю(каністра 5л)	16608

5.13. Висновки до розділу 5

У п'ятому розділі було проведено комплексний розрахунок технологічних і економічних показників виробництва концентрованого соку із шовковиці, що дозволило визначити основні витрати та рентабельність виробництва.

На основі проведених розрахунків встановлено, що виробництво 1 тонни концентрованого соку вимагає витрати 6349,3 кг свіжої шовковиці за ціною 255 грн за кг, що становить найбільшу частину собівартості продукції (97,8 %). Інші витрати включають витрати на тару, паливо, електроенергію, заробітну плату, експлуатацію обладнання та адміністративні витрати.

Загальна виробнича собівартість 1 тонни концентрованого соку складає 1 650 821,32 грн, тоді як повні витрати, включаючи адміністративні витрати та витрати на збут, становлять 1 659 860,19 грн. Для забезпечення рентабельності підприємства встановлено рівень прибутковості у 20 %, що забезпечує прибуток у розмірі 451 272,6 грн з однієї тонни продукції.

Відпускна ціна концентрованого соку, враховуючи податок на додану вартість (ПДВ), складає 2 433 359,35 грн за тонну, що відповідає 15 816,8 грн за одну каністру об'ємом 5 літрів. Остаточна роздрібна ціна з урахуванням торгової націнки складає 16 608 грн за каністру.

Результати розрахунків демонструють високу економічну ефективність виробництва соку концентрованого із шовковиці за умови раціонального використання ресурсів та підтримання стабільного рівня попиту на продукцію. Розрахований рівень рентабельності у 27 % свідчить про перспективність даного напрямку виробництва в умовах поточного ринку.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

В Україні охорона праці – це широкий комплекс санітарно-гігієнічних, правових, технічних і організаційних заходів, направлених на створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці на підприємстві. Усе це регулює Закон України «Про охорону праці» прийнятий Верховною Радою 14.10.1992 №2695-ХІІ, нова редакція 21 листопада 2002 №220 – VI.

Згідно Постанови Комітету Держнагляду ОП на підприємствах, з кількістю працюючих більше 50 чоловік, створена служба охорони праці. Отже, служба охорони праці на підприємстві – самостійний підрозділ підприємства, основними функціями якого є організація та координація робіт в області охорони праці, планування робіт з охорони праці, облік, аналіз, та оцінка показників стану охорони праці, стимулювання робіт з охорони праці.

Основними принципами державної політики в галузі охорони праці є:

- ✓ життя і здоров'я працівників – пріоритет, відносно з результатами виробничої діяльності;
- ✓ директор несе абсолютну відповідальність за безпечних умов праці на виробництві;
- ✓ забезпечення соціального захисту працівників, а також відшкодування збитків працівникам, що постраждали внаслідок нещасного випадку на виробництві або отримали професійне захворювання;
- ✓ незалежно форми власності та виду діяльності для всіх підприємств встановлені єдині нормативи з охорони праці;
- ✓ на основі національних програм з питань охорони праці та, враховуючи економічну та соціальну політику, комплексно виконувати завдання з охорони праці [57].

Згідно ДСТУ 12.0.004-90 «Система стандартів безпеки праці», всі працівники при зарахуванні на роботу і в процесі роботи проходять відповідні інструктажі.

Інструктажі поділяються на такі види:

- *вступний*: проводиться при прийомі на роботу. Відповідальний – головний інженер, інженер з охорони праці. Інструктаж містить відомості про обов'язки робочого, про заходи безпеки і реєструється в журналі реєстрації вступних інструктажів;

- *первинний на робочому місці*: проводиться при вступі на роботу або переведенні з одного підрозділу в інший. Проводиться безпосереднім керівником робіт, містить виробничу інструкцію з охорони праці та реєструється в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці;

- *позаплановий*: проводиться при зміні технологічного процесу, при заміні обладнання, при порушеннях, які привели до травми, аварії, при тривалих перервах в роботі. Проводиться безпосереднім керівником робіт. Зміст інструктажу залежить від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення. Реєструється в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці;

- *повторний*: проводиться не рідше одного разу на шість місяців. Проводиться безпосереднім керівником робіт. Зміст інструктажу залежить від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення. Реєструється в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці;

- *цільовий*: проводиться при виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками. Проводиться безпосереднім керівником робіт. Зміст інструктажу залежить від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення. Реєструється нарядом – допуском або іншою документацією [58].

Крім інструктажів, працівники спеціалізованих ланок зобов'язані щорічно проходити курсове навчання з техніки безпеки з подальшою перевіркою знань спеціальною комісією, що створюється на підприємстві. Про проходження курсового навчання роблять запис у спеціальному журналі.

Для запобігання і попередження виникненню нещасних випадків розробляється комплекс заходів з безпеки і рекомендується до практичного застосування на підприємстві. Ці заходи допомагають покращити умови праці

на підприємстві, знизити виробничий травматизм, правильно та чітко організувати охорону праці, що безпосередньо матиме позитивне відображення на якості виробленої продукції [57].

Проаналізувавши причини виникнення нещасних випадків, для попередження виробничого травматизму і професійних захворювань, розробляють і здійснюють ряд певних заходів.

Заходи щодо попередження професійних захворювань та виробничого травматизму:

- чітке, зрозуміле та якісне проведення навчання робітників та інструктажів;
- забезпечення працівників особистими засобами захисту та спецодягом;
- дотримання працівниками правил експлуатації обладнання;
- правильно організовані режим праці і відпочинку;
- використання безпечного виробничого і допоміжного обладнання;
- проектування виробничих будівель у відповідності із санітарними, будівельними і протипожежними нормами і правилами;
- проведення комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, створення надійних та безпечних технічних засобів, що запобігатимуть пожежам, вибухам і аваріям на виробництві;
- правильний підбір і компонування обладнання у виробничих приміщеннях відповідно із нормами і правилами техніки безпеки і виробничої санітарії [59].

Повітря робочої зони

У робочій зоні приміщення важливо забезпечити відповідність параметрів мікроклімату встановленим стандартам. Оптимальні значення температури, вологості та швидкості повітряного потоку визначаються залежно від сезону та характеру виконуваної роботи. Оптимальні показники

застосовуються до всієї робочої зони, яка знаходиться на висоті до 2 метрів від рівня підлоги. У випадках, коли дотримання оптимальних умов неможливе через технічні, економічні чи технологічні обмеження, допускається використання нормативів допустимого мікроклімату.

Робоча зона охоплює простір, де постійно або тимчасово перебуває працівник. Особливу увагу слід приділяти умовам у соковому цеху, де спостерігаються значні тепловиділення через функціонування нагрітого обладнання. До такого обладнання належать бланшувальні апарати, автоклави, вакуум-випарні установки, які працюють із теплоносіями, такими як пара, при температурі до 250 °С і тиску до 1,2 МПа.

Виділене тепло нагріває повітря, стіни цеху, обладнання та впливає на шкіру працівників за рахунок теплового випромінювання. Через це необхідно постійно контролювати температуру, вологість та рух повітря, щоб забезпечити відповідність санітарним нормам і зберегти комфортні умови для працівників.

Шум

Шумом називають звуки, які чинять негативний вплив на організм людини, порушуючи її працездатність та заважаючи відпочинку. У виробничих приміщеннях шум може несприятливо впливати на працівників: знижувати рівень уваги, прискорювати розвиток втоми та уповільнювати реакцію на небезпечні ситуації. Це, у свою чергу, призводить до зниження продуктивності праці та збільшення ризику нещасних випадків. Через це боротьба з шумом є актуальним завданням для більшості галузей промисловості.

У консервному цеху джерелами шуму є такі види обладнання, як насоси, мийні машини, транспортери, протиральні машини та теплові установки. Допустимий рівень шуму на робочих місцях встановлено на рівні 80 дБ.

Вібрація

Вібрація поділяється на локальну та загальну. Обладнання, яке не потребує постійного ручного управління чи безпосереднього контакту з працівником, генерує загальну технологічну вібрацію. Вона передається на фундамент або підлогу, а через підлогу впливає на людину.

До обладнання, що створює вібрацію, належать мийні машини, транспортери та насоси. Для зменшення рівня вібрації на підприємстві під машини облаштовують спеціальну бетонну основу, до якої кріплять монтажні болти. Додатково використовуються віброзахисні прокладки, що значно знижують рівень вібраційного впливу.

Освітлення

Виробниче освітлення залежно від джерела світла може бути: природнім, штучним та суміщеним ДСТУ ГОСТ ІСО 8995:2003 Принципи зорової ергономіки. Освітлення робочих систем усередині приміщень.

Природне освітлення обумовлено прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу, міняється залежно від географічної широти, ступеню хмарності. Штучне освітлення створюється штучними джерелами світла: лампами розрядження або газорозрядними лампами.

Природне освітлення забезпечується розміщенням вікон по всьому периметру підприємства – двобічним природнім освітленням.

Мінімальне нормоване освітлення в спроектованому цеху $E=150$ лк. Для цеху із характеристикою зорової роботи середньої точності, розрядом зорової роботи IV вибираємо лампу ЛД-80, $F = 3440$ лм.

Також на виробництві передбачається вздовж межі територій, що охороняються у нічний час, охоронне освітлення, освітленість 0,5 лк на рівні землі у горизонтальній площині. До чергового освітлення приміщень прибігають у неробочий час, при цьому використовується частина світильників того або іншого виду освітлення.

Пожежна безпека

Виробниче обладнання повинно бути пожежо- та вибухобезпечним за умов, визначених для його експлуатації, і не накопичувати заряди статичної електрики у кількостях, що можуть становити загрозу для працівників.

Усі виробничі приміщення мають бути оснащені первинними засобами пожежогасіння. До таких засобів належать вогнегасники, спеціальний пожежний інвентар (покривало з негорючого матеріалу, грубоволокниста тканина, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, лопати) і пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири).

На території об'єкта пожежні щити або стенди з первинними засобами пожежогасіння встановлюються з розрахунку один щит на 5000 м² площі. До складу засобів на такому щиті повинні входити: три вогнегасники, один ящик з піском, одне покривало з ізоляційного матеріалу (2х2 м), три гаки, дві лопати, два ломи і дві сокири.

Забезпечення приміщень вогнегасниками залежить від типу пожежі, категорії вибухопожежонебезпеки приміщення та площі, яку необхідно захистити.

Електробезпека [60].

Виробниче обладнання під час роботи, самостійно чи у складі технологічних комплексів, повинно відповідати вимогам безпеки впродовж усього періоду експлуатації.

Небезпечні зони виробничого обладнання (рухомі вузли, елементи з високою температурою тощо), як потенційні джерела травмонебезпеки, повинні бути огорожені, теплоізовані або розміщені у недосяжних місцях.

Одна із складників безпеки виробничого обладнання – конструкція робочого місця. Розміри робочого місця мають забезпечувати виконання операцій у зручних робочих позах і не ускладнювати рухи працівників.

Для запуску обладнання усі пускові установки (рубильники) виконане у закритих коробках, а на підлозі встановлені діелектричні килими.

Для запобігання електробезпеки все обладнання також заземлене.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У межах виконання магістерської роботи на тему «Удосконалення технології виробництва природного барвника на основі шовковиці чорної» було досягнуто визначених цілей і отримано низку важливих результатів.

У першому розділі проаналізовано класифікацію харчових барвників, принципи їх застосування з огляду на походження, безпечність і технологічні властивості. Показано відмінності між синтетичними та натуральними барвниками, а також перспективи використання антоцінових барвників, виготовлених із плодів шовковиці чорної. Це дозволило визначити шовковицю як перспективну сировину для переробки, завдяки високому вмісту антоціанів (в середньому 719 мг/100г), та інших біологічно активних речовин.

У ході експериментальної частини було обґрунтовано вибір виду *M.nigra* L та сорт «Українська 107» з огляду на дослідження фізико-хімічних властивостей плодів. Кількість флавоноїдів в перерахунку на авикурярин в досліджуваному зразку становила – 0,289 %, антоціанів в перерахунку на ціанідин-3,5-диглікозид – 630 мг/100г свіжої маси.

При дослідженні водно-спиртового екстрагування було визначено, що найефективнішим екстрагентом для шовковиці цього сорту є водно-спиртовий розчин із концентрацією спирту 70 %.

Експериментально визначено оптимальні параметри екстрагування пюре шовковиці етиловим спиртом за допомогою ротаційного вакуумного випарника. Застосовуючи тиск 0,430 бар, температуру водяної бані 70 °С отримали екстракт з високим вмістом сухих речовин (25,5 %).

Встановлено вплив температури, тиску та концентрації декстрину як наповнювача на процес сушіння соку чорної шовковиці. Виявили, що підвищення температури сприяє швидшому зневодненню, зменшенню насипної щільності та збільшенню пористості порошку. Використання декстрину дозволило підвищити розчинність порошку та знизити його липкість.

Комплексний показник якості ($K = 0,875$) показав, що зразок із додаванням 10 % декстрину продемонстрував найвищі бали за такими показниками: смак, колір, консистенція та розчинність.

Досліджено вплив теплової обробки на вихід соку із плодів. Попереднє заморожування ягід з подальшою дефростацією підвищує вихід соку на 12 %. У порівнянні із свіжими плодами, що не піддавали обробці.

Результати експериментів підтвердили доцільність використання технологічних операцій, таких як попереднє заморожування, водно-спиртове екстрагування та вакуумне сушіння, для підвищення ефективності отримання натурального барвника з чорної шовковиці.

Практичні результати роботи також були представлені в розробці НАССР-плану, що враховує можливі ризики та встановлює ККТ у виробничому процесі. За допомогою «дерева рішень» визначили, що етапи фільтрування, стерилізації готового продукту та фасування в споживчу тару є критичними контрольними точками. Їх встановлення гарантує безпеку та якість кінцевого продукту.

Комплексний розрахунок технологічних і економічних показників виробництва концентрованого соку із шовковиці дозволив визначити роздрібну ціну за одиницю продукції (каністра, $V = 5$ л) з урахуванням торгової націнки у розмірі 16 608 грн/од. Результати розрахунків демонструють високу економічну ефективність виробництва соку концентрованого із шовковиці за умови раціонального використання ресурсів та підтримання стабільного рівня попиту на продукцію.

Отже, ця робота може сприяти розвитку екологічного виробництва в Україні, підвищенню зайнятості в аграрному секторі та задоволенню попиту на безпечні харчові добавки.

Отримані результати мають практичну цінність для впровадження у промислове виробництво та навчальний процес, оскільки сприяють поширенню знань про натуральні барвники та їхнє використання у харчових технологіях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові данні (1 файл: 3.6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 345 с
2. Казаков Г.П. Барвники харчові. Фармацевтична енциклопедія: веб-сайт. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/14195/barvniki-xarchovi>
3. Ринок продовольчих товарів України: реалії та перспективи: монографія: в 2 т/ кол. авт.: О.О. Шубін, А.А. Садеков О.М. Азарян та ін.; за наук. ред. О.О. Шубіна; М-во освіти і науки України, Донецьк: [ДонНУЕТ], 2010. – Т.2. – 508 с.
4. Кардаш, С. Цветовой аспект качества /С. Кардаш //Продукты и ингредиенты. – 2008. – № 9 (51).– С.106 – 108
5. Харчові добавки: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» / Уклад.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 177 с: веб-сайт. URL: https://vpusp.vn.ua/wp-content/uploads/2023/01/harchovi-dobavky_teksty-lekczij.pdf
6. Turturică M, Oancea AM, Râpeanu G, et al. Anthocyanins: naturally occurring fruit pigments with functional properties. Ann Univ Dunarea de Jos Galati. Fascicle VI: Food Technol. 2015;39(1):9–24.
7. Trouillas P, Sancho-García JC, De Freitas V, et al. Stabilizing and modulating color by copigmentation: insights from theory and experiment. Chem Rev. 2016;116(9):4937–4982.
8. Mori K, Goto-Yamamoto N, Kitayama M, et al. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. J Exp Bot. 2007;58(8):1935–1945.

9. West ME, Mauer LJ. Color and chemical stability of a variety of anthocyanins and ascorbic acid in solution and powder forms. *J Agric Food Chem.* 2013;61 (17):4169–4179.
10. Patras A, Brunton NP, O'Donnell C, et al. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends Food Sci Technol.* 2010;21(1):3–11.
11. King JW, Grabel RD, Wightman JD Subcritical water extraction of anthocyanins from fruit berry substrates. *Proceedings of the 6th International Symposium on Supercritical Fluids*; 2003 Apr 28–30; Lorraine, France: National Polytechnic Institute of Lorraine; 2003, p. 28–30.
12. Ju ZY, Howard LR. Subcritical water and sulfured water extraction of anthocyanins and other phenolics from dried red grape skin. *J Food Sci.* 2005;70(4): S270–S276
13. McCann D, Barrett A, Cooper A, et al. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year old children in the community: a randomised, doubleblinded, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2007;370:1560–1567.
14. Giusti M, Wrolstad RE. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochem Eng J.* 2003;14(3):217–225
15. Сухомлин Л. В. Огляд класифікації роду *Morus L.* Сучасний стан та гармонізація назв культурних рослин у системі UPO/ V Міжнародна науково практична конференція (м. Київ, 13 жовтня 2017 р.). С. 50–51
16. Шовковиця чорна [Електронний ресурс] // Вікіпедія вільна енциклопедія. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0 (дата звернення: 01.10.2024).
17. Akbulut M., Özcan M.M. Comparison of mineral contents of mulberry (*Morus spp.*) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2009 doi: 10.1080/09637480701695609. веб-сайт. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09637480701695609>

18. Eyduran S.P., Ercisli S., Akin M., Beyhan O., Gecer M.K., Eyduran E., Erturk Y.E. Organic acids, sugars, vitamin C, antioxidant capacity, and phenolic compounds in fruits of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 2015 doi: 10.5073/JABFQ.2015.088.019. веб-сайт. URL: <https://ojs.openagrar.de/index.php/JABFQ/article/view/3581>
19. Kim S.B., Chang B.Y., Jo Y.H., Lee S.H., Han S.B., Hwang B.Y., Kim S.Y., Lee M.K. Macrophage activating activity of pyrrole alkaloids from *Morus alba* fruits. *J. Ethnopharmacol.* 2013 doi: 10.1016/j.jep.2012.11.007. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.11.007>
20. Gungor N., Sengul M. Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *Int. J. Food Prop.* 2008 doi: 10.1080/10942910701558652: веб-сайт. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942910701558652>
21. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. *FoodData Central Food Details – Mulberries, raw*: веб-сайт. URL: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/169913/nutrients> (дата звернення: 02.10.2024).
22. Yoghurt.Byamukama. R., Andima M., Mbabazi A., Kiremire B.T. Anthocyanins from mulberry (*Morus rubra*) fruits as potential natural colour additives in yoghurt. *J. Pure Appl. Chem.* 2014 веб-сайт. URL: <https://academicjournals.org/journal/AJPAC/article-full-text/124600249302>
23. Kobus-Cisowska J., Gramza-Michalowska A., Kmiecik D., Flaczyk E., Korczak J. Mulberry fruit as an antioxidant component in muesli. *Agric. Sci.* 2013 doi: 10.4236/as.2013.45b024. веб-сайт. URL: <https://www.scirp.org/html/34636.html>
24. Akkarachaneeyakorn S., Tinrat, S. Effects of types and amounts of stabilizers on physical and sensory characteristics of cloudy ready-to-drink mulberry fruit juice. *Food Sci. Nutr.* 2015 doi: 10.1002/fsn3.206. веб-сайт. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.206>

25. Wang L., Sun X., Li. F., Yu D., Liu X., Huang W., Zhan J. Dynamic changes in phenolic compounds, colour and antioxidant activity of mulberry wine during alcoholic fermentation. *J. Funct. Foods.* 2015 doi: 10.1016/j.jff.2015.07.013. веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464615003710>
26. Yadav P., Garg N., Kumar S. Screening of Mulberry Accessions for Wine Preparation. *Food Ferment. Technol.* 2017 doi: 10.5958/2277-9396.2017.00010.1. веб-сайт. URL: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijfft&volume=7&issue=1&article=010>
27. Kim, Isni Y.S., Yeong J.D., Hwa, S D. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* 2008. веб-сайт. URL: <https://koreascience.kr/article/JAKO200826862681607.page>
28. Tan H.G., Li J. Production technology of a rice wine with frost mulberry leaves. *Mod. Food Sci. Technol.* 2013
29. Karaagac, R. A., Aydogan, M. N., & Koseoglu, M. S. (2016). An investigation on antimicrobial and antioxidant activities of naturally produced mulberry vinegar. *Journal of Pharmaceutical Biology*, 6, 34-39.
30. On-Nom N., Suttisansanee U., Tongmai J., Khemthong C., Chamchan R., Prangthip P., Hanboonkunupakarn B., Chupeerach C. Consumption of Anthocyanin-Rich Mulberry Fruit Jelly with a High-Fat Meal Decreases Postprandial Serum Cardiometabolic Risk Factors in Dyslipidemia Subjects. *J. Nutr. Metab.* 2020 doi: 10.1155/2020/1370951. веб-сайт. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2020/1370951>
31. N.S. Thakur H., Abhimanyu Thakur P.k. Studies on Preparation and Preservation of Ready-To-Serve (RTS) Beverage from Underutilized Mulberry (*Morus alba* L.) Fruits and Its Quality Evaluation during Storage. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2017 doi: 10.20546/ijcmas.2017.609.128. веб-сайт. URL: <https://www.ijcmas.com/abstractview.php?ID=3939&vol=6-9-2017&SNo=128>

32. Wongchalat R, Chatthongpisut R. Nutritional Value and Anthocyanins of Mulberry and Roselle Mixed Fruits Jam. *Appl. Mech. Mater.* 2016 doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.855.65. веб-сайт. URL: <https://www.scientific.net/AMM.855.65>
33. Darias-Martín, J, Lobo-Rodrigo G, Hernández-Cordero J, Díaz-Díaz E, íaz-Romero C. Alcoholic beverages obtained from black mulberry. *Food Technol. Biotechnol.* 2003 веб-сайт. URL: <https://hrcak.srce.hr/115100>
34. Gültekin-Özgüven M., Karada A, Duman S, Özkal B, Özçelik B. Fortification of dark chocolate with spray dried black mulberry (*Morus nigra*) waste extract encapsulated in chitosan-coated liposomes and bioaccessability studies. *Food Chem.* 2016 doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.091. веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616300917?via%3Dihub>
35. Shokryazdan, P., Jahromi, M. F., Abdullah, N., & Liang, J. B. (2021). Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from mulberry silage. *Life Sci J*, 18, 35-45.
36. Komolka P., Górecka D., Szymandera-Buszka K., Jędrusek-Golińska A., Dziedzic D., Waszkowiak K. Sensory qualities of pastry products enriched with dietary fiber and polyphenolic substances. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 2016 doi: 10.17306/J.AFS.2016.2.16. веб-сайт. URL: <https://www.food.actapol.net/volume15/issue2/abstract-5.html>
37. Yazdankhah S., Hojjati M., Azizi M.H. The Antidiabetic Potential of Black Mulberry Extract-Enriched Pasta through Inhibition of Enzymes and Glycemic Index. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2019 doi: 10.1007/s11130-018-0711-0. веб-сайт. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-018-0711-0>
38. Abdeldaiem, Mohammad & Ali, Hoda & Foda, Mervat. (2017). Improving the quality of minced beef by using mulberry leaves extract. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 11. 1-9. 10.1007/s11694-017-9548-8. веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/317747501_Improving_the_quality_of_minced_beef_by_using_mulberry_leaves_extract

39. Buhroo, Z., Bhat, M., Malik, M., Kamili, A., Ganai, N., & Khan, I. (2018). Trends in Development and Utilization of Sericulture Resources for Diversification and Value Addition. *International Journal of Entomological Research*, 6(1), 27-47. doi:<https://doi.org/10.33687/entomol.006.01.2069> . веб-сайт.URL:<https://journals.esciencepress.net/index.php/IJER/article/view/2069>
40. Quang Trung N., Thi Luyen N., Duc Nam V., Tien Dat N. Хімічний склад та in vitro біологічна активність сиропу білої шовковиці під час обробки та зберігання. *J. Food Nutr. рез.* 2018 doi: 10.12691/jfnr-6-10-7. веб-сайт.URL: <https://pubs.sciepub.com/jfnr/6/10/7/index.html>
41. Alakbarli Farid, Aliyev Iskandar. 8.3 Silk Road - The Origin of the Mulberry Trees - Farid Alakbarli and Iskandar Aliyev [WWW Document] AZERBAIJAN Int. 2000
42. Zhang W., He J., Pan Q., Han F., Duan C. Separation and character analysis of anthocyanins from mulberry (*Morus alba* L.) pomace. *Czech J. Food Sci.* 2011 doi: 10.17221/124/2008-cjfs. веб-сайт.URL: https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-201103-0009_separation-and-character-analysis-of-anthocyanins-from-mulberry-morus-alba-l-pomace.php
43. ДСТУ 8309:2015 Шовковиця свіжа. Технічні умови – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81468
44. Технології овочевих та фруктових консервів [електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-проф. програми «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм навч. / уклад.: Т. М. Левківська, О.В. Бендерська – К.: НУХТ, 2020. – 119 с.
45. ДСТУ 8402:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. умови – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=82515&minregion=852

46. ДСТУ 6045:2008 Фрукти, овочі та продукти перероблення, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Метод визначання рН – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=82522&minregion=852

47. ДСТУ 7803:2015 Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання вітаміну С рН. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=80801

48. ДСТУ EN 12147:2003 Соки фруктові та овочеві. Визначення титрованої кислотності (EN 12147:1996, IDT). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85258

49. Хімія і технологія сировини в галузі [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 “Харчові технології” ден. та заоч. форм навч. / уклад.: Т. М. Левківська, С.В. Матко, К.: НУХТ, 2018. – 91 с.

50. Мороз А.О. Дослідження водно-спиртового екстрагування шовковиці чорної/ А.О. Мороз, В.В. Шутюк // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 3–7 квітня 2023 р. – Київ: НУХТ, 2023. – Ч. 1. – С. 228

51. Jan, B., Parveen, R., Zahiruddin, S., Khan, M. U., Mohapatra, S., & Ahmad, S. (2021). Nutritional constituents of mulberry and their potential applications in food and pharmaceuticals: A review. *Saudi journal of biological sciences*, 28(7), 3909-3921. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.03.056 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8241616/#s0010>

52. Бабаєва Х.І., Литвин В.М., Войтенко В.І. 2021. Українські та інтродукційні плодові сорти шовковиці (Morus L.). Генетичні ресурси Рослин. 29: 11-19. doi: 10.36814/pgr.2021.29.01 056

53. Технології сушіння : навч. посібник / В.В. Шутюк, Т.М. Левківська, О.В. Душак, К.В. Рубанка, О.С. Бессараб, С.А. Бут. – Київ : НУХТ ; АртЕк, 2024. – 355 с.
54. Мороз, А. О. Експериментальне дослідження сушіння соку шовковиці чорної для отримання натурального харчового барвника / А. О. Мороз, Я. В., Євчук, 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. 148-150.
55. Лозова Т. М. Управління якістю та безпечністю продукції харчової галузі : підручник / Тетяна Михайлівна Лозова, Іван Васильович Сирохман. – Львів : Растр-7, 2018. – 398 с.
56. Менеджмент якості та безпеки харчових концентрованих продуктів, чаю, кави та прянощів [Електронний ресурс] : метод. рекомендації до виконання курсової роботи для здоб. освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології харчових концентрованих продуктів на основі фруктово-овочевої сировини, чаю, кави та прянощів» денна форма навч. / уклад.: К.В. Рубанка–К. : НУХТ, 2022. – 39 с.
57. Гандзюк М.П., Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навч. Закладів / М.П. Гандзюк, Є.П Желібо., М.О. Халімовський – К.: Каравела. – 2003. – 408 с
58. Основи охорони праці / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець, В.Н. Вендичанський, А.М. Литвиненко, О.В. Іваненко. – К.: Основа, 2000. – 416 с
59. Нікітін В.С., Охорона праці на підприємствах харчової промисловості// В.С. Нікітін, Ю.М.Бурашніков. - М.: Агропромиздат, 1991. - 350 с.
60. Охорона праці в галузі. Харчові технології: підруч/О. Войналович,Євгенія Марчиниша, 2018р.

ДОДАТКИ

ДЕРЕВО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

