

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«__» лютого 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
Тамара НОСЕНКО
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
«__» лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
на тему: Розроблення технології одержання антоціанів з плодів журавлини

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХТ-2-14М

КОНОНЕНКО Марія Вячеславівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник ПОДОБІЙ Олена Валеріївна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____
(підпис) Світлана БОНДАРЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ 25 ” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кононенко Марія Вячеславівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології одержання антоціанів з плодів журавлини

керівник роботи Подобій Олена Валеріївна, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2023 року № -КС

2. Строк подання здобувачем роботи 14.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунки економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 25.10.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-09.11.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2023-17.11.2023	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18.11.2023-29.11.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30.11.2023-07.12.2023	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2023-15.12.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2023-21.12.2023	
8	РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2023-29.12.2023	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2023-05.01.2024	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-07.01.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-18.11.2023	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-09.01.2024	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2024-14.02.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Марія КОНОНЕНКО _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Олена ПОДОБІЙ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Кононенко М.В. Розроблення технології одержання антоціанів з плодів журавлини

Пояснювальна записка: 100 с., 20 рис., 31 табл., 42 літературних джерел.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А1.

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури, розглянуто характеристики сировини, а саме журавлини. Описано характеристику антоціанів, методи їх отримання шляхом екстрагування та очищення антоціанового екстракту. Наведено основні вигоди до антоціанів як добавки та переваги застосування добавки Е163 в харчовій та косметичній промисловості.

У другому розділі наведено характеристики вихідної сировини, характеристики та методи дослідження екстрактів.

У третьому розділі представлено результати науково-дослідної роботи та органолептичні показники, кількісний вміст та масову частку вологи та сухих речовин отриманих екстрактів.

У четвертому розділі представлено розроблену принципову схему виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини, розраховано матеріальний баланс, підбір основного технологічного обладнання, та в результаті отриманих розрахунків та опрацьованої літератури розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва. Також наведено характеристики готової продукції та контроль якості антоціанового порошку.

У п'ятому розділі представлено розрахунок техніко-економічної ефективності. В шостому розділі наведені заходи щодо охорони навколишнього середовища та вплив виробництва на довкілля. В останньому, сьомому розділі запропоновано заходи з охорони праці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АНТОЦІАНИ, ЖУРАВЛИНА, ПОРОШОК, ЕКСТРАКТ, РОЗЧИННИК, ХАРЧОВА ДОБАВКА, БАРВНИК, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕКСТРАКЦІЯ, ОРГАНОЛЕПТИЧНИЙ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Kononenko M.V. Development of technology for obtaining anthocyanins from cranberry fruits

Explanatory note: 100 pages, 20 figures, 31 tables, 42 literary sources.

Graphic material: 2 drawings in A1 format.

In the first section of the qualification work, an analytical review of the scientific and technical literature was conducted, the characteristics of the raw material, namely cranberries, were considered. The characteristics of anthocyanins, methods of obtaining them by extraction and purification of anthocyanin extract are described. The main requirements for anthocyanins as additives and the advantages of using the E163 additive in the food and cosmetic industry are given.

In the second chapter, the characteristics of the raw materials, characteristics and research methods of the extracts are given.

The third section presents the results of research work and organoleptic indicators, quantitative content and mass fraction of moisture and dry substances of the obtained extracts.

In the fourth chapter, the developed principle scheme for the production of anthocyanin powder from cranberry pomace is presented, the material balance is calculated, the selection of the main technological equipment, and as a result of the obtained calculations and the studied literature, the equipment and technological scheme of production is developed. The characteristics of finished products and quality control of anthocyanin powder are also given.

The fifth chapter presents the calculation of technical and economic efficiency. In the sixth chapter, environmental protection measures and the impact of production on the environment are given. In the last, seventh chapter, labor protection measures are proposed.

KEY WORDS: ANTHOCYANS, CRANBERRY, POWDER, EXTRACT, SOLVENT, FOOD SUPPLEMENT, DYE, TECHNOLOGY, EXTRACTION, ORGANOLEPTIC AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	11
1.1 Загальна характеристика журавлини як джерела антоціанів.....	11
1.2 Способи отримання та очищення екстрактів антоціанів з рослинної сировини.....	13
1.2.1 Аналіз існуючих методів екстракції антоціанів.....	14
1.2.2 Методи очищення екстрактів з антоціанами	17
1.3 Основні вимоги до харчових екстрактів	19
1.4 Переваги використання антоціанів у вигляді порошку	20
1.5 Характеристика антоціанів.....	21
1.6 Основні галузі використання добавки E163	23
1.7 Переваги використання антоціанів в косметичній промисловості.....	25
1.8 Переваги використання антоціанів в харчовій промисловості	27
1.9 Обґрунтування напрямку дослідження	29
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1. Ягоди журавлини як сировина в харчовій промисловості.....	30
2.2 Показники якості ягід та вичавок журавлини Ошибка! Закладка не определена.	
2.3 Загальна характеристика екстрактів за ДФУ.....	31
2.4 Методи дослідження	36
2.5 Контроль якості екстрактів	38
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	40
3.1 Визначення впливу екстрагента на процес екстракції вичавок журавлини.....	40
3.2 Визначення кількісного вмісту антоціанів	42
3.3 Якісні реакції на антоціани.....	45
3.4 Дослідження оптимальних умов для екстракції.....	45
3.5 Розроблення математичної моделі процесу екстракції антоціанів з журавлини.....	48
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	55
4.1 Характеристика вихідної сировини	55

4.2 Розроблення та опис принципової схеми виробництва антоціанового порошку	56
4.3 Розрахунок матеріального балансу	59
4.4 Підбір основного технологічного обладнання	62
4.5 Розроблення та опис апаратурно-технологічної схеми виробництва антоціанового порошку	67
4.6 Контроль якості готової продукції	70
4.7 Характеристики готових порошкоподібних барвників	71
РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	74
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	79
6.1 Рекомендовані заходи щодо охорони навколишнього середовища	79
6.2 Вплив виробництва антоціанового порошку на довкілля	80
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	81
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	86

ВСТУП

Овочі та фрукти – це найбільш вживані товари серед всіх садівничих культур. Значні відходи їхньої переробки стають серйозною екологічною, харчовою та економічною проблемою. За підрахунками Організації Об'єднаних Націй із продовольства й сільського господарства (ФАО) відходи з овочів та фруктів можуть сягати аж до 60%. Під час процесу переробки овочів та фруктів утворюються значні відходи, що складаються в основному з шкірки, насіння та жмиху. Вони в свою чергу можуть містити комплекси біологічно активних речовин (БАР) в своєму складі, що володітимуть антиоксидантною активністю.

Отже, існує перспектива використання екстрактивної частини відходів овочів та фруктів у різноманітних галузях хімічної технології.

Актуальність досліджень. Консервні виробництва активно використовують в своїй технології як сировину свіжі ягоди журавлини, горобини, винограду тощо. В результаті діяльності цих виробництв близько 30-50% відсотків сировини є відходами (вичавки, насіння, шкірка ягід), що є не екологічним та економічним виходом. Вторинна переробка вичавок ягід в антоціановий барвник може стати варіантом вирішення цієї проблеми.

Позитивною перспективою є заміна органічних традиційних розчинників на менш шкідливі, особливо застосування води та іонних рідин, чи взагалі без використання розчинників. Досить поширеним є використання підкисленої води в якості розчинника під час органічних синтезів речовин, що краще виділяються в кислому середовищі. Перевагою є те, що вода є негорючим, нетоксичним розчинником, що легко доступний в бюджетному сенсі. Також вода сприяє більш безпечним екзотермічним процесам, оскільки має високу теплоємність.

Отже, дана технологія є **актуальною** та потребує подальших досліджень для отримання екологічно чистих та безпечних екстрактів, що позитивно сприятиме для консервних виробництв, як екологічний та економічно вигідний варіант переробки відходів.

Мета роботи: розробити технологію одержання антоціанового порошку з вичавок журавлини.

Об'єктом дослідження є технологія одержання антоціанового порошку з вичавок журавлини.

Предметом дослідження є антоціановий порошок.

Завдання:

1. В результаті проведення огляду науково-технічної літератури навести характеристику журавлини як сировини, характеристику антоціанів та основні галузі використання антоціанового порошку, проаналізувати методи отримання, очищення антоціанів та переваги застосування антоціанів.

2. Детально ознайомитись з методами досліджень та методами контролю якості антоціанових екстрактів.

3. Оцінити вплив розчинника на якість та кількісний вміст антоціанів в отриманих екстрактах.

4. Розробити принципову схему виробництва антоціанів з вичавок журавлини.

5. Розрахувати матеріальний баланс виробництва.

6. Підібрати та охарактеризувати основне технологічне обладнання для виробництва.

7. Розробити апаратурно-технологічну схему виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини.

8. Розрахувати економічну ефективність для виробництва, навести заходи щодо охорони навколишнього середовища та охорони праці.

Методи дослідження: Експериментальні методи хімічного, фізично-хімічного, органолептичного аналізу, розрахункові методи.

Магістерська робота виконана в рамках кафедральної держбюджетної тематики № 0122U200973 «Науково-практичні основи розроблення та модернізації технологій харчових добавок та косметичних засобів», зареєстрованої в ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»

Наукова новизна отриманих результатів: Запропоновано простий, надійний, недорогий і екологічно чистий технологічний спосіб отримання харчової добавки E163. Використання принципів зеленої хімії для процесу екстрагування антоціанів з вичавок плодів журавлини, що базується на використанні «зелених» розчинників. Встановлено, що в залежності від взятого розчинника залежить кількісний вміст антоціанів. Встановлено оптимальні умови для екстрагування антоціанів з вичавок плодів журавлини «зеленим» розчинником – 1%-им розчином лимонної кислоти.

Практична цінність роботи полягає у розробці ресурсо-енергетичної заощаджувальної технології отримання антоціанового порошку, шляхом екстрації відходів консервних виробництв «зеленим» розчинником, що дозволить в подальшому використовувати дану добавку з різних галузях як безпечний барвник та антиоксидант.

Апробація:

Кононенко М. Сучасні методи очищення антоціанів / М. Кононенко, О. Подобій //: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах Європейського Союзу та в Україні», 25 жовтня 2023. – К.: НУХТ, 2023– 35-37 с.

Кононенко М. Вплив кислотності середовища на колір антоціанів із вичавок журавлини / М. Кононенко, О. Подобій //: XI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія і сучасні технології» / тези доповідей, 06-07 грудня. – 3 том – Т. III. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ. – 2023. – 64-65 с.

Кононенко М. Порівняння методів екстракції поліфенолів з пресованих залишків журавлини / М. Кононенко, О. Подобій //: 89 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у 21 столітті», - 3-7 квітня 2023 р. – К.:НУХТ, 2023 р. – Ч.2. С. 234.

Кононенко М. Зелена економіка в харчовій промисловості //:Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Київ, 23-24 листопада 2022 р.: тези доповідей. – К.: НУХТ, 2022. – 50-52 с.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика журавлини як джерела антоціанів

Журавлина – це ягода, що тривалий час може добре зберігатися без значних втрат біологічно активних речовин та вітамінів. Це є важливо при отриманні продуктів оздоровчого призначення, адже виробництво таких продуктів може забезпечуватись сировиною не лише під час збору журавлини, а протягом всього року.

Біохімічний склад журавлини включає велику кількість сполук, що проявляють біологічну активність. Це фенольні сполуки, наприклад: антоціани, катехіни, лейкоантоціани, які покращують еластичність судин та підвищують активність ферментів. Пектини, які містяться в ягодах журавлини, можуть утворювати міцні сполуки з радіоактивними і важкими металами та виводити їх з організму людини. [10]

Розповсюдження. В Україні журавлина росте на Поліссі, на Прикарпатті та в самих Карпатах, в основному у заболочених соснових і мішаних лісах, а також на болотах.

Плоди, що використовують з лікувальною метою, збирають восени, а саме у вересні або ж з першими приморозками, але до утворення снігового покриву. Продовжується збір плодів весною, після розтавання снігу. Зібраний урожай ягід зберігається при температурі 0°C або ж заморожений до -10-20°C. Також як варіант, можна зберігати ягоди у діжках, що залиті водою. Урожай ягід, що зібрані весною є більш солодким, але ці ягоди зберігаються недовго.

Хімічний склад. Плоди журавлини містять понад 30-ти органічних кислот, їхній вміст може досягати близько 4,0 %. В ягодах журавлини встановлено бен-

зойну, о-гідроксибензойну, м-гідроксибензойну, п-гідроксибензойну, 2,3-дигідроксибензойну, протокатехову, транскоричну, яблучну, саліцилову, лимонну, бурштинову, галову, хлорогенову, о-гідроксикоричну, о-фталеву, п-кумарову, ферулову, кофейну, ванілінову, синапову, хінну, шикімову кислоти. [21]

Флавоноїди наявні у вигляді похідних кверцетину. Наприклад, 3-Огалактозид, 3-О-глюкозид, 3-ксилопіранозид, 3-арабінопіранозид, 3-Оарабінофуранозид, 3-О-рамнозид, 3-О-галактозид і 3-О-(6''-бензоїл)- галактозид, похідні метоксикверцетину у вигляді пентозиду, 3-ксилопіранозиду та 3-галактозиду. Похідних мірицетину, наприклад, 3-О-галактозид, 3-О-арабінозид, 3-О-ксилозид та 3-арабінофуранозид, пентозид метоксимірицетину, гексозид диметоксимірицетину, та також ізорамнетину, ізорамнетин-3-О-ксилозид, ларицитрин (рис. 1.1), прунін (нарингенін-7-О-глюкозид), авікулярин, сирингетин (рис.1.2) та флоридзин (флоретин-2'-О-глюкозид). Також наявними є катехіни у вигляді (+)-катехіну, (+)-катехін-3-галату, (-)-епікатехіну, (-)-епікатехін-3-галату, (-)-епігалокатехіну, (-)-епігалокатехін-3-галату, (+)-галокатехіну, (+)-галокатехін-3-галату.

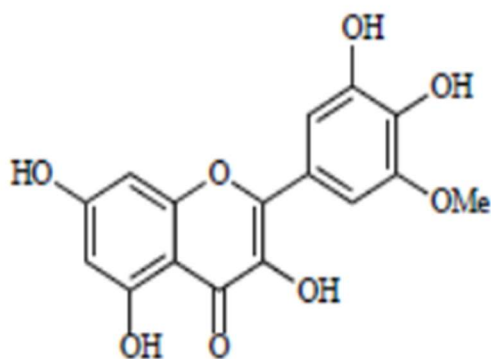


Рисунок 1.1 – Структурна формула флаваноїду ларицитрину

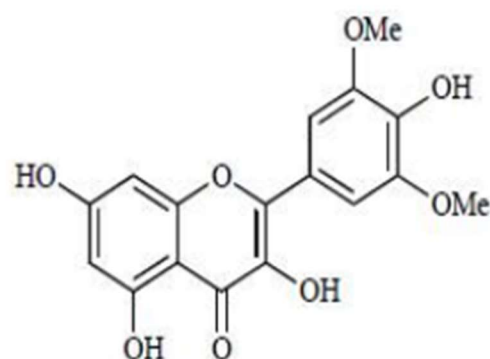


Рисунок 1.2 – Структурна формула флаваноїду сирингетину

У плодах журавлини серед антоціанів перевагу мають 3-О-арабінозид та 3-О-галактозид пеонідину та ціанідіну, а також містяться ціанідин-3-Оглюкозид, ціанідин-3-О-ксилозид, пеонідин-3-О-глюкозид, дельфінідин-3-О-глюкозид, дельфінідин-3-О-арабінозид та дельфінідин-3-О-галактозид. [21]

Антоціани локалізуються переважно в шкірці, а не у м'якоті ягід (вміст антоціанів у ягодах у 10 разів менше, ніж у шкірці). При дозріванні ягід вміст антоціанів підвищується, максимум вмісту досягається в кінці серпня, та поступово в подальшому знижується.

Плоди журавлини також містять вуглеводи, такі як глюкоза, сахароза, фруктоза, арабіноза, рамноза, ксилоза, сорбіт, галактоза та пектинові речовини. Також плоди містять мінеральні сполуки та вітаміни.

Насінини журавлини містять в своєму складі жирні кислоти, наприклад, олеїнову, лінолеву, а також токоферол та фітостерини.

Застосування. Ягоди журавлини виявляють позитивну дію на організм людини, наприклад, антибактеріальний, протизапальний, жарознижувальний, імуномодулюючий, антиоксидантний, противірусний, гіпотензивний, гіпохолестеринемічний, цитотоксичний, онко- та кардіопротекторний ефекти. Плоди застосовуються для профілактичних дій та для лікування інфекційних певних захворювань сечовидільної системи, ангіні, при кашлі, ревматизмі та гіпертонії. Також журавлина знайшла застосування у вигляді вітамінного засобу зовнішнього застосування – для видалення пігментних плям, екземі та при гнійних ранах. [4]

Ягоди журавлини проявляються антиангіогенну, цитотоксичну, антиадгезивну (відносно *Candida albicans*, *Escherichia coli*) та антиоксидантну властивість, через значний вміст проціанідинів в своєму складі.

Самі ягоди, а також сік й екстракт журавлини, затримують в організмі ріст *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter aerogenes*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella enterica* та *Pseudomonas aeruginosa*.

1.2 Способи отримання та очищення екстрактів антоціанів з рослинної сировини

Основними характеристиками рослинних екстрактів є низька токсичність, висока ефективність дії та їхня відносна доступність для споживачів. Це створює значний інтерес до розробки інноваційних технологій виробництва екстрактів із

застосуванням сучасних методів обробки матеріалів, зміни режимів екстракції і нового обладнання, що дозволить в значній мірі збільшити вихід діючих та екстрактивних речовин. [5]

На якість екстракту впливають такі основні фактори: розчинник, який використовується для екстрагування; частини рослин, що використовуються в якості вихідного матеріалу, їх вологість і ступінь подрібнення; спосіб екстрагування; співвідношення рослинних матеріалів до розчинника. Однією з найпоширеніших сучасних форм отримання екстрактів із лікарської сировини є використання в якості розчинника води. До переваг водних екстрактів відносять комплексна дія і висока біодоступність біологічно активних речовин, простоту і доступність приготування. Але все ще використовуються й такі розчинники, як водно-спиртові суміші або етиловий спирт, ефіри, олії та ін.

Основний процес в приготуванні екстрактів з рослин, є саме екстрагування біологічно активних речовин. Особливостями цього процесу є підготовка рослинної сировини (сушіння (за потреби), подрібнення, зберігання тощо) та стабільність біологічно активних речовин. При виборі способу екстракції та екстрагента враховують їхню вибірккову властивість, яка вимагає попереднього проведення обов'язкових аналітичних та експериментальних досліджень.

Екстракція з рослинної сировини є одним із найбільш стійких підходів для виділення біологічно активних компонентів. Із зростанням запиту та попиту на лікарські засоби саме рослинного походження, виробництва таких препаратів зараз націлені на застосування найбільш ефективних технологій і методів, для створення екстрактів необхідної якості із як можна найменшою вартістю, що допомагатиме у збільшенні масштабу виробництва. Для отримання рослинних екстрактів використовуються як традиційні процеси: мацерація, перколяція, реперколяція; так й більш сучасні – вакуумно-імпульсна, електроімпульсна та імпульсна обробка, екстракція із використанням ультразвуку чи надкритичних флюїдів, мікрохвильова екстракція та ін.). [6]

1.2.1 Аналіз існуючих методів екстракції антоціанів

З розвитком технології екстракції все більше уваги привертають харчові та медичні цінності антоціанів. Усі види традиційних і потенційних методів видобутку вже встановлені та запропоновані. [13]

Щоб усунути обмеження традиційної екстракції розчинником, було розроблено кілька передових і ефективних методів екстракції для підвищення виходу антоціанів. Зокрема, екстракція за допомогою ультразвуку, екстракція за допомогою мікрохвиль, екстракція за допомогою надкритичного діоксиду вуглецю, екстракція за допомогою ультразвуку та екстракція глибоким евтектичним розчинником за допомогою ультразвуку, екстракція за допомогою ультразвуку за допомогою мікрохвиль [19].

Метод екстракції розчинником. Технічний принцип методу екстракції розчинником близький до принципу аналогічної розчинності. Дуже важливо розумно підбирати органічні розчинники. Найбільш часто використовуваними розчинниками для екстракції антоціанів є метанол, етанол, підкислена вода або підкислений етанол. Антоціани можна екстрагувати за допомогою екстракції розчинником за таких умов: час екстракції 5 хв – 4,2 год, температура екстракції 34,7–52,03 °С, співвідношення тверда речовина до рідини 1 :15–1:30 г/мл.

Підводячи підсумок, екстракція розчинником має певні переваги, такі як зручність експлуатації, просте обладнання та легкість у впровадженні, тоді як він має значні недоліки, такі як довготривалість, низька ефективність, велика витрата розчинника та висока температура. Отже, застосування екстракції розчинником обмежене. [1]

Екстракція за допомогою ультразвуку використовує ефект кавітації та сильні зсувні сили, створювані ультразвуком із частотами від 20 кГц до 50 МГц, щоб підвищити здатність вилучення та скоротити час вилучення антоціанів. Аналізуючи літературу про антоціани, ультразвук має ефект посилення вилучення природних антоціанів до певної міри порівняно з традиційним методом екстракції розчинником. Однак кавітація та механічні ефекти, викликані ультра-

звук, можуть зруйнувати структуру антоціанів у процесі екстракції за допомогою ультразвуку. Тому ультразвукові умови (потужність ультразвуку, температура екстракції, співвідношення твердої речовини до рідини та час екстракції) повинні суворо контролюватися, щоб краще використовувати переваги ультразвукової екстракції.

Екстракція за допомогою мікрохвиль використовується як потенційний метод екстракції завдяки вищому відновленню та ефективності порівняно зі звичайною екстракцією розчинником. Основними механізмами мікрохвильової екстракції є власна іонна провідність і дипольна релаксація в діелектричних матеріалах. Мікрохвильове випромінювання швидко підвищує температуру розчинника, і підвищення температури, очевидно, може зменшити в'язкість екстракту та сприяти розчинності цільових компонентів. Крім того, мікрохвильове випромінювання руйнує мікроструктуру клітин рослин, що помітно знижує опір масообміну цільових компонентів і сприяє дифузії антоціанів зсередини назовні. Таким чином, мікрохвильовим випромінюванням підвищується ефективність вилучення цільових компонентів.

В даний час екстракція за допомогою мікрохвиль широко використовується для вилучення біологічно активних сполук з природних рослинних ресурсів, наприклад, червонокочанної капусти, ожини, журавлини і вишні. Однак методи екстракції за допомогою мікрохвиль та екстракції за допомогою ультразвуку можуть призвести до структурного руйнування антоціанів, що в основному пояснюється локальною надмірною вібрацією та місцевою високою температурою екстракту відповідно. Крім того, параметри екстракції (мікрохвильова потужність, час екстракції та співвідношення твердої та рідини) слід контролювати на розумних рівнях для отримання високого виходу антоціану.

Надкритична екстракція вуглекислим газом. В останні роки зростає кількість досліджень, які використовують надкритичну екстракцію вуглекислим газом для вилучення антоціанів із природних джерел, таких як *білий гриб*, вичавки чорниці та лохина. Природа надкритичного вуглекислого газу знаходиться

між газом і рідиною. Він має відмінні від традиційних розчинників фізико-хімічні властивості, сильну розчинність, великий коефіцієнт масопередачі, нетоксичний, високу вартість і легкий доступ. [2]

Таким чином, надкритична екстракція вуглекислим газом, як нова технологія видобутку, має багато переваг, таких як висока ефективність, екологічність, безпека, відсутність забруднення тощо. Крім того, цей метод має низьку температуру обробки і особливо підходить для вилучення чутливих до тепла речовин, таких як антоціани. Однак ця технологія все ще далека від широкомасштабного та промислового застосування в харчовій промисловості через високу вартість обладнання та великі технічні інвестиції. Крім того, важко контролювати параметри екстракції (тиск і швидкість CO₂).

1.2.2 Методи очищення екстрактів з антоціанами

Під час екстрагування разом з антоціанами одночасно екстрагуються і велика кількість домішок (такі як розчинний цукор, білок та органічна кислота). Надмірна кількість домішок матиме значний вплив на фізіологічну активність, стабільність і якість кінцевого продукту антоціанів. Таким чином, відділення та очищення неочищеного екстракту є важливою ланкою для отримання антоціанів з високою стабільністю, сильною фізіологічною активністю та високою якістю. В даний час методи очищення антоціанів в основному включають колонкову хроматографію, мембранне розділення, високошвидкісну протиточну хроматографію і високоефективну препаративну рідинну хроматографію.

Метод колонкової хроматографії. Колонкова хроматографія є найпоширенішим методом очищення антоціанів. Принцип полягає в тому, що коефіцієнти розподілу антоціанів у твердій і рухомій фазах різні, що допомагає краще розділяти антоціани та домішки. [20]

Насадкова колонка зазвичай містить макропористі смоли, сефадекс-100 і поліамідні смоли. Макропориста смола, як високополімерний адсорбент, має пористий каркас і не містить іонообмінних груп. Крім того, макропориста смола

має такі переваги, як швидка адсорбція, велика адсорбційна здатність, низька вартість виробництва та переробка.

Таким чином, цей метод став дуже швидким методом очищення, який широко використовується для розділення та очищення активних компонентів рослин. Однак ця технологія не може реалізувати масштабне очищення антоціанів у промисловості через малу кількість препарату.

Метод мембранної сепарації. Технологія мембранного розділення – це метод, який використовує штучні та природні синтетичні мембрани для розділення та очищення речовин. Принцип розділення заснований на різних молекулярних масах для кращого відділення домішок і цільових речовин. В даний час мембрани, які використовуються для розділення та екстракції сировини, в основному включають мікрофільтраційну мембрану, ультрафільтраційну мембрану і нанофільтраційну мембрану.

Весь процес розділення технології мембранної сепарації належить до фізичного процесу, який не включає хімічну реакцію, і має переваги м'якої дії, відсутності зміни фази під час розділення, стійкості до кислот і лугів, низького споживання енергії тощо. Тому ця технологія широко використовується в галузях біології, медицини, харчових продуктів і очищення води.

Метод високошвидкісної протиточної хроматографії. Високошвидкісна протиточна хроматографія, як безперервний метод поділу рідина-рідина, широко використовується для отримання біоактивних сполук із природних рослинних ресурсів. Цей метод може уникнути необоротної адсорбції зразків на твердофазному носії, таким чином, він може покращити здатність до завантаження зразка та сприяти швидкому та великомасштабному отриманню біоактивних сполук порівняно з традиційною колонковою хроматографією.

Крім того, домішки цільової фракції будуть, очевидно, зменшені, і швидкість успішного відділення активних сполук значно покращиться після відділення.

Вибір відповідної екстракційної системи розчинників залишається актуальною проблемою, яку необхідно вирішити в технології. Тому технологія ще потребує подальших досліджень. [14]

Метод високоефективної препаративної рідинної хроматографії.

Принцип високоефективної препаративної рідинної хроматографії базується на різних фізико-хімічних властивостях кожного компонента в сирому екстракті натуральних продуктів, і компоненти розподіляються у двох незмішуваних фазах різною мірою та рухаються відносно у двох фазах при різні швидкості для елювання з колонки, що може досягти кращого ефекту розділення. При використанні для відділення та очищення неочищеного екстракту основними факторами, які враховуються, є чистота, вихід, діючі компоненти та виробничий цикл цільової речовини.

Цей метод має такі переваги, як хороший ефект розділення та очищення, висока точність виявлення, широке застосування та автоматичне безперервне розділення. Тому він широко використовується для розділення продуктів з високою доданою вартістю, таких як органічні кислоти, біоактивні основи та флавоноїди. Однак ця технологія вимагає великих витрат на обладнання та невеликої підготовки. Тому він все ще не може реалізувати масштабне промислове застосування.

Підсумовуючи, під час збагачення та очищення антоціанів попередня обробка зразків може допомогти покращити швидкість вилучення та чистоту антоціанів, заощадити час, зменшити використання органічних розчинників та захистити навколишнє середовище. Відповідно до вимог виробництва, вибір відповідного та можливого обладнання та комбіноване використання технології очищення сприяють швидкому розділенню та очищенню антоціанів високої чистоти. [3]

1.3 Основні вимоги до харчових екстрактів

Харчові екстракти включають в себе різноманітні рослинні та тваринні екстракти, які використовуються для додавання смаку, аромату, кольору або корисних речовин до їжі. Основні вимоги до харчових екстрактів включають:

1. Безпека для споживачів. Харчові екстракти повинні відповідати стандартам безпеки та не містити шкідливих речовин, які можуть завдати шкоди здоров'ю споживача.

2. Збереження природного смаку та аромату. Екстракти повинні зберігати природні смакові та ароматичні якості вихідного продукту, який вони отримані з нею.

3. Стабільність. Екстракти повинні бути стабільними та не втрачати своїх властивостей під час зберігання та використання.

4. Відсутність забруднень. Екстракти повинні бути вільні від забруднень, таких як бактерії, грибки або токсини.

5. Низька токсичність та відсутність алергенів. Екстракти повинні мати низьку токсичність та не викликати алергічні реакції у споживачів. [18]

6. Ефективність. Екстракти повинні бути ефективними в додаванні смаку, аромату, кольору чи інших властивостей до продуктів.

7. Відповідність нормативам і стандартам. Екстракти повинні відповідати встановленим нормам і стандартам якості та безпеки харчових продуктів.

8. Етичність та сталий розвиток. Це може включати в себе екологічно чисті методи виробництва, адекватне використання ресурсів, та відсутність використання неетичних методів у виробництві.

9. Доступність. Екстракти повинні бути доступними та економічно обґрунтованими для виробників харчових продуктів.

Враховуючи ці вимоги, виробники можуть розробляти і використовувати харчові екстракти, які відповідають вимогам споживачів та стандартам промисловості. [6]

1.4 Переваги використання антоціанів у вигляді порошку

Вибір форми представлення залежить від багатьох факторів, які дуже різноманітні. Антоціани в різних галузях можна застосовувати і у вигляді концентратів, екстрактів та порошоків.

Сухі порошки рослин - є сухими концентратами речовин, які відрізняються високою стійкістю при виробництві та збереженні харчових продуктів. Добувають шляхом видалення води із вихідної сировини розпилюванням, сублимацією, або іншими сучасними технологіями.

Перевагою саме порошкової форми антоціанів є безпечність, оскільки екстракт та концентрат містять в своєму складі залишки розчинника, а після стадії ліофілізації, для отримання порошку, залишки розчинника випаровуються. Також перевагою є зручність у подальшому використанні, оскільки ваговим методом зручніше відміряти точну кількість барвника, яка потрібна для виробництва певного продукту. Антоціани є дуже чутливими: дія багатьох факторів (температура, світло, кислотність середовища тощо) впливає на них. Порошок є зручною формою для зберігання в щільно закритій ємності у темному та сухому місці.

1.5 Характеристика антоціанів

Харчова добавка E 163 практично не має запаху і позбавлена смаку. Антоціани знаходяться в рослинах й надають їм фіолетове, блакитне та червоне забарвлення. Максимальна кількість антоціанів саме у шкірці плодів ягід журавлини, смородини, горобини та інших рослин.

У природному світі антоціани необхідні для надання рослинам насичених та яскравих кольорів, що необхідно залучення комах для запилення. Клітини рослин від ультрафіолетового шкідливого випромінювання також захищають антоціани.

Антоціановий барвник з вичавок ягід журавлини містить в своєму складі глікозиди шестиох агліконів антоціанів: петунідину, пеонідину, ціанідину, мальвідину, дельфінідину та пеларгонідину (рис.1.3).

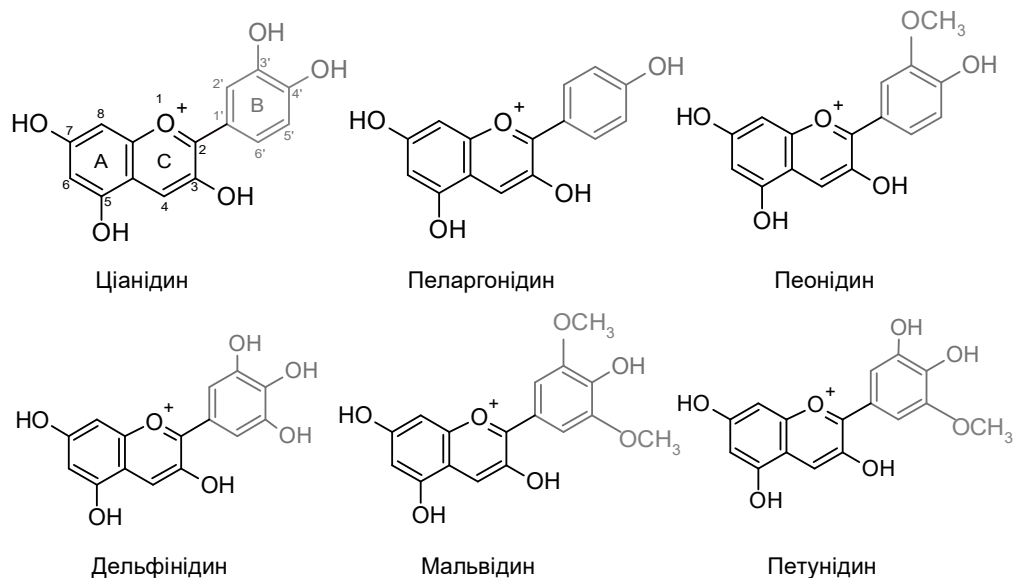


Рисунок 1.3 – Хімічні структури шести основних антоціанідинів

Однією з особливостей антоціанів є те, що вони сильні антиоксиданти, які захищають організм від вільних радикалів. Ці сполуки підвищують захисні функції організмів при боротьбі з вірусами, інфекціями та радіацією. При анемії антоціани здатні підвищити рівень гемоглобіну в крові.

В організмі антоціани також нормалізують обмін речовин, сприяючи підвищенню засвоєнню вітамінів та мінеральних речовин, які потрапляють в організм разом з їжею (кальцій, йод, залізо, калій, вітаміни групи В, вітамін С та інші). Також антоціани проявляють протистресову дію та зміцнюють капілярну систему організму. [3]

Молекули антоціанів мають позитивний заряд, це підвищує їхню розчинність у воді, та особливо в кислому середовищі. Антоціани легко розчинні в етанолі, воді, кислотах. Є нерозчинними в рослинних маслах.

Антоціани – це вторинні метаболіти й сильні антиоксиданти. Антиоксидантні властивості зберігаються навіть при вживанні рослин, що містять антоціани, іншими організмами.

Антоціани мають підвищену чутливість та схильні до фізико-хімічної деградації. Дія температури, світла, кисню, іонів металів, зміна рН середовища – це все впливатиме на стабільність та колір антоціанів. [18]

Залежність забарвлення антоціанів залежить від кислотності середовища. Чим нижча кислотність середовища, тим більш червоніший колір.

Одержують антоціани шляхом екстрагування підкисленою чи сульфітовою водою, етанолом чи метанолом, або ж діоксидом сірки з рослинної сировини. Отримані екстракти висушують розпилювальною або сублімованою сушкою. Домішками в результаті екстрагування можуть бути компоненти рослинної сировини, наприклад цукри, таніни тощо.

Основні вимоги до харчової добавки E163 включають:

- **Безпека для здоров'я:**

Харчова добавка E163 повинна відповідати нормативам та стандартам щодо безпеки харчових продуктів. Вона не повинна викликати негативних ефектів для здоров'я споживачів при дотриманні рекомендованих доз.

- **Стабільність та стійкість до впливу умов виробництва та зберігання:**

Як інгредієнт, добавка E163 повинна бути стабільною і не втрачати своїх властивостей під час виробництва та зберігання харчових продуктів.

- **Відсутність токсичних домішок:**

Добавка E163 повинна бути вільною від токсичних домішок, таких як важкі метали або інші забруднюючі речовини.

- **Відповідність законодавству:**

Харчова добавка повинна відповідати законодавству та стандартам, встановленим у країні виробництва та використання продукту.

- **Дозування:**

Має бути легко дозуватися та використовуватися в процесі виробництва харчових продуктів для отримання бажаного кольору та ефекту.

- **Збереження органолептичних властивостей продукту:**

Харчова добавка E163 повинна допомагати підтримувати органолептичні властивості (смак, аромат, колір) харчового продукту, не впливаючи негативно на його якість.

- **Повідомлення про вміст:**

Виробники харчових продуктів повинні вказувати на упаковці чи етикетці вміст добавки E163 в продукті та вказувати дозування в межах, що визначені законодавством. [11]

1.6 Основні галузі використання добавки E163

Харчова галузь. Використовується добавка E163 найчастіше для фарбування безалкогольних напоїв, кондитерських виробів, фарбування вина, різних соусів тощо. Антоціановий барвник також застосовується для надання та додавання кольору продукції з фруктів, які піддалися певній обробці, та для деяких сортів сирів та майонезу.

Для фарбування молочних продуктів добавку E163 майже не застосовують, оскільки рН молока 6,6-6,8, а отже відбуватиметься зміна забарвлення антоціанів з червоного та синій. Для забарвлення кисломолочної продукції, наприклад йогуртів, можна використовувати антоціановий барвник, оскільки рН йогуртів та кефіру близько 4,0-5,0. [6]

Фармацевтична галузь. Використання добавки E163 як барвника дуже поширене в фармацевтичній галузі, оскільки завдяки їй модно фарбувати вітамінні комплекти та біологічно активні добавки.

Для фармацевтичних заводів антоціановий барвник є безпечною речовиною для фарбування рідин чи таблеток внутрішнього застосування, що не шкодить організму, а лише йде на користь.

Також добавку E163 можна використовувати в якості лікарського препарату, що призначається для загального зміцнення організму людини, оскільки антоціани є антиоксидантами.

Протираковим медикаментозним препаратам також рекомендовано містити в своєму складі добавку E163, оскільки антоціани також сприяють зниженню ризику виникненню онкологічних захворювань. Антоціани також містяться в складі препаратів проти ультрафіолетового опромінення. [14]

Косметична галузь. Добавка E163 є дуже популярною в косметичній галузі та використовується не лише як барвник, а також є одним з основних компонентів так званої «антивікової» косметики. Антоціани є ідеальними компонентами в догляді за втомленою та проблемною шкірою, вони сприяють живленню, тонізують шкіру та сприяють нормалізації роботи сальних залоз, покращуючи

колір обличчя. Також антоціанові сполуки стимулюють синтез колагену, відновлюють зруйновані волокна, сприяють зміцненню судин, є запобіжниками куперозу, та проявляють тонізуючі та протизапальні дії.

Завдяки своїй сильній антиоксидантній дії антоціани здатні зв'язувати вільні радикали та перешкоджати пошкодженням мембран клітин.

Впродовж всього життя ми накопичуємо вільні радикали, що пошкоджують нашу шкіру, а саме сприяють розщепленню природніх запасів колагену, що сприяє утворенню запалень. Запалення, в свою чергу, веде до утворення зморшок, нерівного тону шкіри обличчя та втрати еластичності, а в деяких випадках може збільшити ризик виникнення раку шкіри. Антоціани, як сильні антиоксиданти, активно нейтралізують, нанесену вільними радикалами, шкоду.

Також негативний вплив на шкіру проявляє УФ-випромінювання, яке призводить до запалення, порушення регуляції клітинних сигнальних шляхів й імуносупресії, що може призвести до раку шкіри. Антоціани є природним сонячним щитом, що зменшують вплив ультрафіолетових променів на шкіру. [10]

Антоціани мають великих перелік властивостей та дій та шкіру, вони є захистом шкіри від ультрафіолетового випромінювання, сприяють відновленню шкіри, освітлюють її та попереджають видимі ознаки старіння. Отже, добавка E163 має бути частиною кожного догляду, завдяки своїй життєво важливій ролі у забезпеченні здорової шкіри.

Технічна галузь. В технічній галузі добавку E163 застосовують як барвник, для фарбування сонячних батарей, оскільки антоціани здатні поглинати світлові хвилі й перетворювати їх на електрони. [23]

1.7 Переваги використання антоціанів в косметичній промисловості

Антоціани є групою природних сполук, які входять до класу флавоноїдів і надають рослинам фіолетовий, червоний, або синій колір. Ці сполуки є потужними антиоксидантами та мають численні корисні властивості для шкіри, тому вони використовуються в косметичних продуктах. Ось деякі переваги антоціанів у косметиці:

1. Антиоксидантна дія:

Антоціани допомагають захищати шкіру від шкідливого впливу вільних радикалів, які виникають в результаті екологічних факторів, ультрафіолетового випромінювання та інших стресових чинників. Це може сприяти зменшенню ознак старіння.

2. Зменшення запалення:

Антоціани можуть мати протизапальні властивості, сприяючи зменшенню запалення та подразнення на шкірі. Це може бути корисно для осіб із чутливою або проблемною шкірою.

3. Покращення тону та текстури шкіри:

Антоціани можуть допомагати у покращенні тону шкіри та структури, роблячи шкіру більш рівною та яскравою. Вони можуть також підтримувати еластичність шкіри.

4. Гідратація та зволоження:

Деякі продукти з антоціанами можуть містити зволожуючі компоненти, що сприяють гідратації та утриманню вологи в клітинах шкіри.

5. Світловий захист:

Антоціани можуть надавати певний рівень захисту від ультрафіолетового випромінювання. Хоча вони не можуть замінити використання сонцезахисних засобів, вони можуть допомагати в підтримці загального здоров'я шкіри.

6. Вирівнювання тону шкіри:

Антоціани можуть допомагати вирівнювати тон шкіри та зменшувати появу пігментації.

Антоціани можна знайти в різних природних інгредієнтах, таких як ягоди, червоний квасоль, чорниці, гранат та інші фрукти та овочі. Ці сполуки використовуються у складі косметичних засобів, таких як креми, маски, сироватки та інші, для покращення зовнішнього вигляду та здоров'я шкіри. [12]

Журавлина багата різними компонентами, що має позитивний вплив на шкіру.

- Антиоксидантна властивість:

Вітамін С: Журавлинний екстракт містить значні кількості вітаміну С, який є потужним антиоксидантом. Він допомагає захищати шкіру від шкідливих впливів вільних радикалів, які можуть спричиняти старіння шкіри.

- Заспокійлива дія:

Флавоноїди та антибактеріальні сполуки: Деякі компоненти журавлинного екстракту мають властивості, які допомагають заспокоювати запалення та подразнення шкіри. Це особливо корисно для людей із чутливою або схильною до запалення шкірою.

- Вітаміни та мінерали:

Багатий склад вітамінів та мінералів: Журавлина містить ряд вітамінів (С, Е, К) і мінералів (кальцій, калій), які сприяють покращенню здоров'я та вигляду шкіри. Вітамін Е, наприклад, може допомагати в утриманні вологи в клітинах шкіри.

- Зволоження:

Гліцерин та натуральні зволожуючі речовини: Деякі косметичні продукти з журавлинним екстрактом містять гліцерин і інші зволожуючі речовини, які сприяють збереженню вологи в шкірі.

- Підтримка здоров'я шкіри:

Поліфеноли та фітонутрієнти: Журавлина містить поліфеноли, які можуть допомагати у підтримці структури та еластичності шкіри. Фітонутрієнти можуть також допомагати відновленню шкіри.

- Протизапальні властивості:

Омега-3 жирні кислоти: Журавлинний екстракт може містити омега-3 жирні кислоти, які мають протизапальні властивості та можуть сприяти зменшенню запалення на шкірі. [22]

1.8 Переваги використання антоціанів в харчовій промисловості

Останніми роками широкого застосування антоціани набули як барвники у харчовій промисловості, де їх використовують при виробництві різноманітних напоїв, кондитерських виробів та кисломолочних продуктів, зокрема йогуртів, а

також у косметиці в якості колагену та стабілізаторів. Так, природний барвник під назвою E163 дозволений в якості харчової добавки, а виробляють його з темних сортів винограду шляхом віджимання, але іноді замість винограду використовують журавлину, чорну смородину або чорну бузину. Харчова добавка E163 може бути представленою у вигляді пасти, рідини або порошку. Залежно від рівня кислотності середовища антоціани можуть надавати продукту помаранчевого, коричневого, червоного, фіолетового або синього кольору. [19]

Харчовий барвник E163 схвалений для використання у багатьох країнах світу, в тому числі й в Україні. Він є безпечним, на відміну від багатьох інших барвників, особливо синтетичних, від яких все частіше відмовляються на користь природних, бо серед них існують навіть такі, що заборонені у деяких країнах через їхню надмірну шкідливість. Щодо такої корисної властивості E163, як попередження розвитку злоякісних пухлин стравоходу та товстої кишки, про яку часто-густо можна прочитати у рекламних буклетах виробників цього продукту, то це твердження поки що не доведено, існують, як вже зазначалося вище, лише дані експериментальних досліджень про наявність у антоціанів протипухлинної активності, а це зовсім не одне й те саме. Але дослідження антоціанів тривають, тому не виключено, що згодом на базі цих незвичайних речовин буде створено нові ефективні та безпечні лікарські засоби, у тому числі, можливо, й протиракові. [2]

Журавлинний екстракт може приносити певні переваги, наприклад, коли використовується в кисломолочних продуктах. Ось деякі можливі переваги:

1. Висока антиоксидантна активність: Журавлинний екстракт багатий антиоксидантами, такими як вітамін С та флавоноїди. Антиоксиданти можуть допомагати захищати клітини від вільних радикалів, зменшуючи окислювальний стрес.

2. Покращення смаку та аромату: Додавання журавлинного екстракту може призвести до вдосконалення смакових якостей і аромату кисломолочних продуктів, що може поліпшити споживчий досвід.

3. Корисні властивості журавлини: Журавлина містить вітаміни, мінерали та інші корисні речовини, такі як антибактеріальні сполуки. Це може додати до корисності кисломолочних продуктів.

4. Підтримка імунітету: Завдяки вмісту вітаміну С, журавлинний екстракт може сприяти підтримці імунітету та загального здоров'я.

5. Збереження кольору та структури: Антиоксиданти в журавлинному екстракті можуть допомагати зберігати кольорові та текстурні властивості кисломолочних продуктів, сприяючи їх тривалішому зберіганню.

1.9 Обґрунтування напрямку дослідження

Харчова промисловість переробляє багатокomпонентну сировину, в основному, сільськогосподарського походження. При цьому для одержання основної продукції сировина використовується не повністю, деяка частина залишається у відходах. Практично всі ці відходи є вторинними сировинними ресурсами, тому що містять найцінніші речовини – вітаміни, клітковину, білок, мікроелементи. У сучасних умовах одним із шляхів інтенсифікації харчової промисловості є впровадження нових мало- і безвідходних технологій і виробництв.

Консервні виробництва активно використовують в своїй технології як сировину свіжі ягоди журавлини, горобини, винограду тощо. В результаті діяльності цих виробництв близько 30-50% відсотків сировини є відходами (вичавки, насіння, шкірка ягід), що є не екологічним та економічним виходом. Вторинна переробка вичавок ягід в антоціановий барвник може стати варіантом вирішення цієї проблеми.

Останнім часом технологи все менш охоче використовують під час виробництва спиртовмісні екстракти. Причин цього кілька. По-перше, спиртовмісні екстракти відносяться до класу легкозаймистих рідин і вимагають спеціальних умов транспортування, зберігання та їх використання. По-друге, виробництво спиртовмісних розчинів, в тому числі і водно-спиртових екстрактів значно подорожчало. Тож одним з найбільш важливих напрямків розвитку сучасного вироб-

ництва є широке використання підходів «зеленої хімії», а саме використання «зелених» розчинників в процесі екстрагування, що впливатиме на збереження доквілля. В Україні технології «зеленої хімії» знаходяться поки що лише в стадії розвитку, тому дослідження в цьому напрямку, зокрема, розробка технології отримання антоціанів з вичавок журавлини (із застосуванням зелених розчинників), є безумовно актуальними.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ягоди журавлини як сировина в харчовій промисловості

На сьогодні однією із основних проблем нашого суспільства є харчова недостатність, яка виникає у зв'язку з дефіцитом незамінних нутрієнтів, а саме жирів, білків, вітамінів, вуглеводів, мікро- та макроелементів тощо) та має негативний вплив на функціонування та роботу всіх систем та органів людини.

Одним з шляхів виявлення та попередження харчової недостатності є споживання та створення нових спеціальних харчових продуктів, які вирізняються поліпшеною біологічною та харчовою цінністю; високим вмістом біологічно активних речовин тощо. Для створення нових таких продуктів є доцільним використання рослинної сировини, зокрема ягід журавлини. [16]

Асортимент продуктів із ягід журавлини постійно збільшується та розширюється. Плоди журавлини широко використовують в кондитерській промисловості для виробництва рулетів, бісквітів, тістечок, пряників, начинок для різних солодких виробів та цукерок, наприклад, журавлина в шоколадній чи цукровій глазури. Популярним та актуальним є використання пюре журавлини у консервній промисловості для створення джемів, варення, конфітурів, ягід перетертих з цукром та желе. Також ягода журавлини активно використовується у виробництві безалкогольних, молочних (кисломолочних) та лікєро-горілочаних напоїв.

Ягоди журавлини також використовуються як харчовий продукт, наприклад продають ягоди (свіжі, морожені чи сушені). Журавлина також служить компонентом певних соусів, наприклад, соуси до м'яса. [3]

В косметологічній промисловості екстракти журавлини використовуються як компонент для масок, шампунів, мила або ж в парфумерії.

Ягідно-плодова сировина, особливо дикорослі ягоди, серед яких журавлина, калина, обліпіха, брусниця, чорноплідна горобина тощо, є безцінними джерелами рослинних ресурсів. Частка відходів в соковому виробництві сягає від 30% до 50%, що містять в своєму складі значну кількість органічних кислот, цукрів, пектинових, мінеральних, дубильних, барвних та й інших речовин.

Вторинне використання відходів сокового виробництва в технологіях харчових продуктів може вирішити питання дефіциту біологічно активних добавок, гостру недостатність яких відчуває людина в сучасному світі, що споживає неповноцінну та рафіновану їжу.

Отже, питання дослідження нових напрямків використання відходів сокових виробництва, як джерел біологічно активних сполук, є актуальним в технології харчових продуктів. [7]

2.2 Загальна характеристика екстрактів заДФУ

ВИЗНАЧЕННЯ

Екстракти — лікарські засоби рідкої (рідкі екстракти та настойки), м'якої (густі екстракти) або твердої (сухі екстракти) консистенції, одержані з лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу, які звичайно висушені.

Відомі різні типи екстрактів. Стандартизовані екстракти — екстракти, в яких вміст компонентів із відомою терапевтичною активністю регулюється в межах прийняттого допуску.

Стандартизація досягається змішуванням екстракту з інертним матеріалом або іншими серіями екстракту.

Кількісно визначені екстракти — екстракти, в яких вміст компонентів регулюється в певних межах, їх стандартизацію проводять, змішуючи різні серії

екстракту. Інші екстракти характеризуються за процесом їх виробництва (стан лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу, що екстрагується, розчинник, умови екстракції) та їх властивостями. [27]

ВИРОБНИЦТВО

Екстракти виготовляють відповідними методами, використовуючи етанол або інший підходящий розчинник. Різні серії лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу можуть бути здрібнені перед екстракцією. У деяких випадках матеріал, що екстрагується, може піддаватися попередній обробці, наприклад, інактивації ферментів, здрібненню або знежиренню. Після екстрагування непотрібні матеріали, якщо необхідно, видаляють.

Лікарська рослинна сировина, тваринні матеріали та органічні розчинники, що використовуються при виготовленні екстрактів, мають витримувати вимоги відповідних статей Фармакопеї. Для густих і сухих екстрактів, в яких органічні розчинники видаляють випарюванням, можуть бути використані перегнані або рециркульовані розчинники, за умови, що процеси перегонки контролюються і розчинник перевіряють на відповідність стандартам перед повторним використанням або змішуванням з іншим запропонованим матеріалом. Вода, що використовується при екстрагуванні, має бути підходящої якості. Підходящою водою можна вважати воду, яка витримує вимоги для "Води очищеної "in bulk", за винятком випробування на бактеріальні ендотоксини, наведеного в статті "Вода очищена". Питна вода може бути використана, якщо вона витримує вимоги відповідного нормативно-технічного документа, що забезпечує належну якість води для виробництва відповідного екстракту. [27]

Якщо необхідно, екстракти концентрують до бажаної консистенції, використовуючи підходящі методи, звичайно під зменшеним тиском і при температурі, при якій руйнування компонентів екстракту зведене до мінімуму. Ефірні олії, відділені у процесі обробки, можуть бути додані до екстрактів на певній стадії виробничого процесу. Підходящі допоміжні речовини можуть бути додані на різних стадіях виробничого процесу, наприклад, для підтримки такої технологічної

якості, як гомогенність або консистенція. Також можуть бути додані підхожі стабілізатори або антимікробні консерванти.

Екстракція певним розчинником призводить до типових співвідношень характерних компонентів у матеріалі, що екстрагується; однак у ході виробництва стандартизованих або кількісно визначених екстрактів процедури очищення практично можуть призводити до збільшення цих співвідношень у порівнянні з очікуваним рівнем; такі екстракти називають "очищеними".

ІДЕНТИФІКАЦІЯ

Ідентифікацію екстрактів проводять, використовуючи підхожі методи.

ВИПРОБУВАННЯ НА ЧИСТОТУ

Якщо необхідно, за результатами аналізу лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу, які використовують у виробництві, і з точки зору процесів виробництва, для екстрактів можуть бути проведені випробування на мікробіологічну чистоту, важкі метали, афлотоксини, залишкові кількості пестицидів. [27]

КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ

Де можливо, підхожим методом визначають кількісний вміст компонентів екстрактів.

МАРКУВАННЯ

На етикетці зазначають:

- тип використаної рослинної сировини або тваринного матеріалу;
- чи є екстракт рідким, густим або сухим або це настойка;
- для стандартизованих екстрактів — вміст компонентів із відомою терапевтичною активністю;
- для кількісно визначених екстрактів — вміст компонентів (маркерів), за якими проводять кількісне визначення;
- співвідношення вихідного матеріалу до одержаного екстракту (DER);
- використані при екстракції розчинники або розчинник;
- якщо необхідно, зазначають, що використовувалася свіжа рослинна сировина або тваринний матеріал;

- якщо необхідно, що екстракт "очищений";
- назву і вміст використаних допоміжних речовин, у тому числі стабілізаторів та антимікробних консервантів;
- якщо необхідно, вміст сухого залишку, у відсотках. [27]

Рідкі екстракти *Extracta fluida*

ВИЗНАЧЕННЯ

Рідкі екстракти — рідка лікарська форма, в якій звичайно одна частина за масою або за об'ємом еквівалентна одній частині за масою вихідної висушеної лікарської сировини або тваринного матеріалу. їх стандартизують, якщо необхідно, так, щоб вони відповідали вимогам щодо вмісту розчинника і, де можливо, діючих речовин.

ВИРОБНИЦТВО

Рідкі екстракти можуть бути приготовані екстракцією лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу етанолом підхожої концентрації або водою або розчиненням в одному із зазначених розчинників густих або сухих екстрактів, одержаних із використанням тих самих розчинників, у тих самих концентраціях, що і рідкі екстракти, одержані шляхом прямої екстракції. Рідкі екстракти, якщо необхідно, фільтрують. При зберіганні можливе утворення невеликого осаду, що допускається за умови відсутності суттєвої зміни складу.

ВИПРОБУВАННЯ НА ЧИСТОТУ

Відносна густина. У необхідних випадках значення відносної густини рідкого екстракту має відповідати межам, зазначеним в окремій статті.

Вміст етанолу. У спиртовмісних рідких екстрактах проводять визначення вмісту етанолу. Вміст етанолу має відповідати межам, зазначеним в окремій статті.

Метанол і 2-пропанол. У спиртовмісних рідких екстрактах допускається вміст не більше 0.05 % (об/об) метанолу і не більше 0.05 % (об/об) 2-пропанолу, якщо немає інших зазначень в окремій статті.

Сухий залишок. У необхідних випадках вміст сухого залишку рідкого екстракту має відповідати межам, зазначеним в окремій статті, якщо необхідно, із урахуванням вмісту використаних допоміжних речовин. [27]

ЗБЕРІГАННЯ: У захищеному від світла місці.

МАРКУВАННЯ

На етикетці додатково до вищенаведених вимог зазначають:

— якщо необхідно, вміст етанолу в готовому екстракті, у відсотках (об/об).

Густі екстракти *Extracta spissa*

ВИЗНАЧЕННЯ

Густі екстракти — м'які лікарські форми, одержані шляхом упарювання або часткового упарювання використовуваного екстрагенту.

ВИПРОБУВАННЯ НА ЧИСТОТУ

Сухий залишок. Вміст сухого залишку густих екстрактів має відповідати межам, зазначеним в окремій статті.

Розчинники. У необхідних випадках межі вмісту і метод визначення розчинника наведені в окремій статті. З

ЗБЕРІГАННЯ У захищеному від світла місці. [27]

Сухі екстракти *Extracta sicca*

ВИЗНАЧЕННЯ

Сухі екстракти — тверді лікарські форми, одержані видаленням розчинника, який використовують. Втрата в масі при висушуванні або вміст води в сухих екстрактах звичайно не перевищує 5 % (м/м).

ВИПРОБУВАННЯ НА ЧИСТОТУ

Вода. У необхідних випадках вміст води в сухому екстракті має відповідати межам, зазначеним в окремій статті.

Втрата в масі при висушуванні. У необхідних випадках значення втрати в масі при висушуванні сухого екстракту має відповідати межам, зазначеним в окремій статті.

Розчинники. У необхідних випадках межі вмісту і метод визначення розчинника зазначені в окремій статті.

ЗБЕРІГАННЯ

У повітронепроникних контейнерах, у захищеному від світла місці.

ВИРОБНИЦТВО

При виготовленні настоек допускається з однієї вагової частини лікарської рослинної сировини одержувати п'ять об'ємних частин готового продукту, із сильнодіючої сировини — 10 об'ємних частин готового продукту, якщо не має інших зазначень в окремій статті.

ВИПРОБУВАННЯ НА ЧИСТОТУ

Екстракти додатково контролюють за такими показниками якості: опис, важкі метали, залишкові кількості органічних розчинників, мікробіологічна чистота, кількісне визначення. [27]

Екстракти, що використовуються як готові лікарські засоби, мають витримувати вимоги відповідної статті Фармакопеї на лікарську форму.

Важкі метали. Для екстрактів не більше 0.01 % (100 ррт), для настоек не більше 0.001 % (10 ррт). До 1.0 мл рідкого екстракту або 5.0 мл настойки або 1.00 г густого або сухого екстракту додають 1 мл кислоти сірчаної Р, обережно спалюють і прожарюють. До одержаного залишку додають при нагріванні 5 мл розчину 615 г/л амонію ацетату Р, фільтрують крізь беззольний фільтр, промивають 5 мл води Р і доводять об'єм фільтрату водою Р до 100 мл. 12 мл одержаного розчину мають витримувати випробування на важкі метали. Еталон готують із використанням еталонного розчину свинцю (1 ррт Рb) Р. В екстрактах, що містять залізо в кількості 0.05 % і більше, визначення важких металів проводять після відділення заліза, як зазначено в окремій статті.

Кількісне визначення. Вміст визначуваних речовин для рідких екстрактів і настоек виражають у відсотках (м/об), для густих і сухих екстрактів — у відсотках (м/м).[27]

2.3 Методи дослідження

Кількісне визначення спектрофотометричним методом

Спектрофотометрія — метод аналізу, що базується на визначенні спектра поглинання або вимірюванні світлопоглинання при певній довжині хвилі, яка відповідає максимуму кривої поглинання досліджуваної речовини. Аналіз здійснюють за поглинанням речовинами монохроматичного випромінювання у видимій, УФ- і ІЧ-ділянках спектра.

Спектрофотометрію використовують для ідентифікації сполук, дослідження складу, будови і кількісного аналізу індивідуальних речовин і багатокомпонентних систем.

Спектрофотометри (рис.2.2) є одним з найбільш часто використовуваних вченими інструментів для визначення як присутності, так і концентрації розчинених хімічних речовин. Оскільки промениста енергія (видиме світло) вражає речовину, молекули будуть поглинати певні довжини хвиль світла і передавати або відображати інші на основі природи їх хімічних зв'язків. Наприклад, білки і нуклеїнові кислоти поглинають довжини хвиль в діапазоні видимого світла 240-300 нанометрів (нм), пігменти та барвники поглинають світло в діапазоні 400-770-нм, а інші органічні молекули поглинають довжини хвиль вище 770-нм. Кожна хімічна речовина має характерне атомне розташування та візерунок зв'язку, і, таким чином, поглинає або передає різні довжини хвиль видимого світла в унікальному для цього хімічного зразку. [6]



Рисунок 2.2 – Спектрофотометр Cary 60

Оптичну густину екстракту вимірюють за довжини хвилі 528 нм, використовуючи як компенсаційний розчин розчинник.

Вміст антоціанів, у відсотках, у перерахунку на ціанідин-3-О-глюкозиду хлорид, обчислюють за формулою:

$$\frac{A \cdot 5000}{718 \cdot m} \quad (2.1)$$

де A – оптична густина випробуваного розчину за довжини хвилі 528 нм;
 m – маса наважки випробуваної сировини, у грамах.

Використовують питомий показник поглинання ціанідин-3-О-глюкозиду хлориду за довжини хвилі 528 нм, що дорівнює 718. [27]

Рефрактометричний метод визначення масової частки вологи та сухих речовин

Метод ґрунтується на визначенні масової частки сухої речовини продукту за показником заломлення світла із обчисленням вмісту вологи за формулою.

Екстракт ретельно перемішують скляною паличкою і наносять на суху чисту призму рефрактометра (рис.2.3) температурою $(20 \pm 0,1)^\circ\text{C}$. За Правою шкалою знаходять у відсотках масову частку сухих речовин, яка збігається з межею розподілу темного і світлого полів. [6]

При нанесенні крапель не дозволяється торкатись паличкою поверхні призми, щоб її не зіпсувати, розмазувати краплю по верхній призми, оскільки при цьому частково випаровується волога. Якщо вимірювання проводиться за температури, відмінної від 20°C , необхідно користуватись поправками до показань рефрактометра, наведеними в інструкціях до приладу.



Рисунок 2.3 – Рефрактометр Anton Paar

Масову частку вологи у відсотках розраховують за формулою

$$W = 100 - C, \quad (2.2)$$

Де C — масова частка сухих речовин (за показанням рефрактометра), %.

Якісні реакції для ідентифікації антоціанів

Якісні реакції, що базуються на властивості антоціанів змінювати свій колір в залежності від рН середовища: розчин антоціанів у кислому середовищі має червоний колір, у нейтральному синьо-фіолетового, а у лужному – жовто-зелений.

2.4 Контроль якості екстрактів

Екстракти (*Extracta*) Екстракти – лікарські засоби рідкої (рідкі екстракти та настойки), м'якої (густі екстракти та смоли) або твердої (сухі екстракти) консистенції, одержані з лікарської рослинної сировини або тваринного матеріалу, які звичайно висушені. [5]

У деяких випадках екстрагований матеріал може піддаватися попередній обробці, наприклад, інактивації ферментів, роздрібненню або знежирюванню. Розрізняють рідкі екстракти (*Extracta fluida*); густі екстракти (*Extracta spissa*) – в'язкі маси з втратою в масі не більше 25 %; сухі екстракти (*Extracta sicca*) - сипкі маси з втратою в масі не більше 5 %. [3]

Екстракти виготовляють мацерацією, перколяцією або іншим придатним валідованим методом, використовуючи спирт етиловий або інший придатний розчинник. Після екстрагування непотрібні матеріали, якщо це необхідно, видаляють.

Для екстрагування лікарської рослинної сировини застосовують воду, спирт етиловий різної концентрації й інші екстрагенти, іноді з додаванням кислот, лугів, гліцерину і ін.

При виготовленні рідких екстрактів з однієї вагової частини лікарської сировини одержують одну або дві об'ємні частини екстракту, якщо немає інших зазначень в окремій статті.

Густі екстракти звичайно мають сухий залишок не менш як 70 % (за масою). До них можуть бути введені відповідні антимікробні консерванти.

Сухі екстракти звичайно містять не менше 95 % сухого залишку за масою.

Екстракти додатково контролюють за такими показниками якості: опис, ідентифікація, важкі метали і вміст діючих і екстрактивних речовин за методами, зазначеними в окремій статті, вміст органічних розчинників. [8]

У рідких екстрактах додатково визначають густину, сухий залишок, об'єм вмісту контейнера.

У густих і сухих екстрактах, що використовуються як готові лікарські засоби, додатково визначають масу вмісту контейнеру.

Кількісне визначення. Вміст визначуваних речовин, які визначають для рідких екстрактів, виражають у відсотках за об'ємом (об/об), а для густих та сухих – у вагових відсотках (м/м). [3]

Зберігання. У контейнерах, що забезпечують стабільність препарату протягом зазначеного терміну придатності, і, якщо необхідно, у прохолодному, захищеному від світла місці. Під час зберігання рідких екстрактів можливе утворення осаду. [3]

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення впливу екстрагента на процес екстракції вичавок журавлини

Метою науково-дослідної роботи було порівняння оптимальних розчинників для екстракції антоціанів з вичавок плодів журавлини.

Журавлина є чагарником з гнучкими стеблинками, що стеляться по землі. Вона має довгий термін життя, вік деяких видів рослини — понад сто років. Цвіте журавлина в кінці травня — початку червня. Ягоди дозрівають в кінці серпня і можуть зберігатися на кущі до самої весни, не втрачаючи смакових і лікувальних якостей. Росте в місцях, де присутня волога, — в болотистих місцях, на берегах річок і озер, в хвойних лісах. Як садова культура вона часто вирощується на присадибних і дачних ділянках. Зараз найбільшими експортерами журавлини в світі є Північна Америка і Канада.

Зовнішній вигляд. Стиглі ягоди журавлини — червоні, гладкі круглі і яйцеподібні плоди. Розмір плодів звичайної журавлини може бути 13-16 мм.

Смакові характеристики. Ягоди на смак кислі, трохи терпкі, з легким гіркуватим присмаком.

Для екстракційного експерименту було обрано вичавки свіжих плодів журавлини. Випробувані розчини для проведення кількісного та якісного аналізу отримували шляхом екстракції плодів. Як розчинники було обрано дистильовану воду, 1%-ий розчин лимонної кислоти та водно-спиртовий розчин (30:70). Вибір

розчинників аргументований тим, що дистильована вода є «зеленим» розчинником, що є перевагою для більш екологічно чистої екстракції. Лимонна кислота є слабкою харчовою кислотою, що не сприяє руйнуванню антоціанів.

Для екстракції було обрано такі умови:

- температура 40°C;
- час екстрагування 30 хв;
- гідромодуль 1:10.

Проведення екстракції: три наважки вичавок по 10 г поміщали в конічні плоскодонні колби об'ємом 250 мл, що вже містили по 100 мл розчинника. Далі колби поміщали у водяну баню за температури 40°C для подальшої екстракції протягом 30 хв. Отримані екстракти профільтували через фільтрувальний папір (рис.3.1).



Рисунок 3.1 – Процес підготовки та проведення екстракції

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники отриманих екстрактів

Вид екстракту	Аромат	Колір
Водний екстракт	Виражений аромат ягід	Червоний
Підкислений водний екстракт	Яскраво виражений аромат ягід	Насичено червоний
Водно-спиртовий екстракт	Яскраво виражений аромат ягід з присутністю спирту	Рожево-червоний

Таблиця 3.2 - Оцінка органолептичних показників отриманих екстрактів за 10-ти бальною шкалою

	Водний екстракт	Підкислений водний екстракт	Водно-спиртовий екстракт
Аромат	9	9	7
Колір	10	9	8
Консистенція	9	9	8
Насиченість кольору	8	9	7
Смак	10	10	8

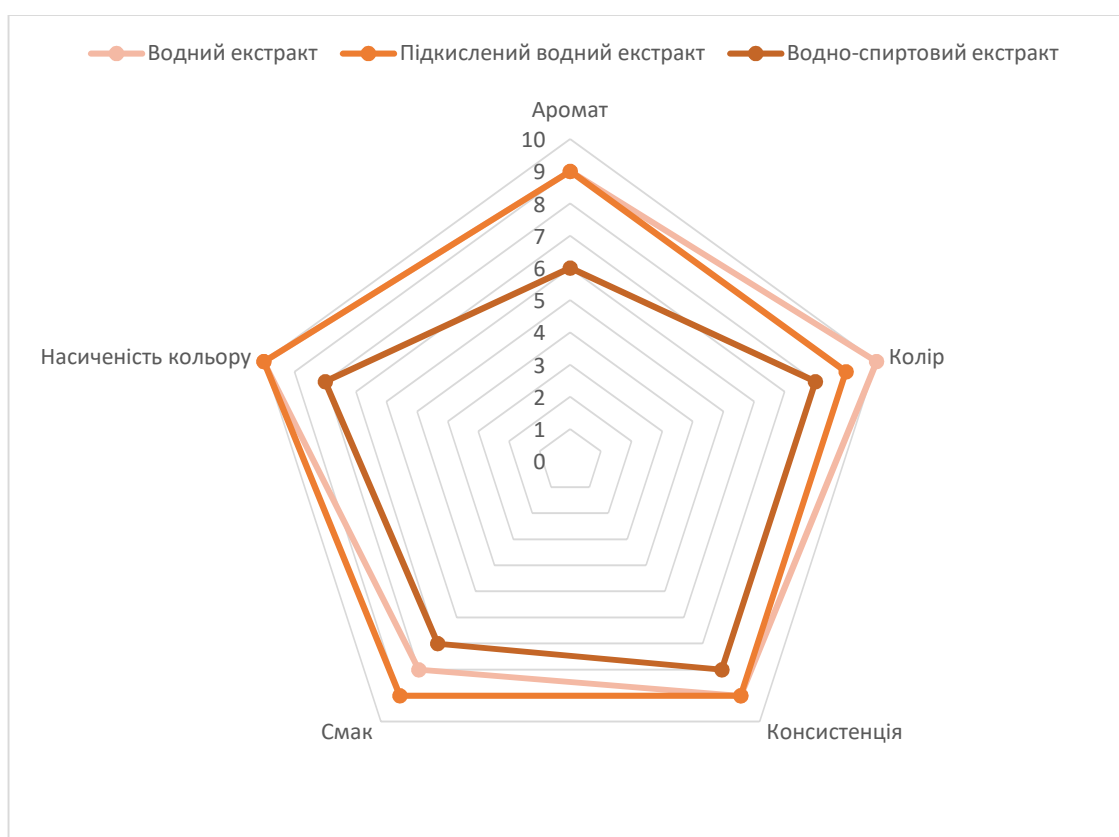


Рисунок 3.2 – Сенсорні профілі органолептичних показників отриманих екстрактів

3.2 Визначення кількісного вмісту антоціанів

Було проведено вимірювання оптичної густини отриманих екстрактів на спектрофотометрі за довжини хвилі 528 нм. Як компенсаційний розчин використовували розчинник.

Отримано по три заміри кожного екстракту для отримання більш точних даних (Додатки А, Б, В). Дані наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Оптична густина отриманих екстрактів

Оптична густина водного екстракту	Оптична густина підкисленого водного екстракту	Оптична густина водно-спиртового екстракту
0,8799	1,5325	0,3269
0,8836	1,5779	0,3296
0,8964	1,5855	0,3304
Середнє: 0,8866	Середнє: 1,5653	Середнє: 0,3290

За формулою (2.1) розраховуємо:

- кількісний вміст антоціанів у водному екстракті:

$$\frac{0,8866 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 0,62\%$$

- кількісний вміст антоціанів у підкисленому водному екстракті:

$$\frac{1,5655 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 1,09\%$$

- кількісний вміст антоціанів у водно-спиртовому екстракті:

$$\frac{0,3290 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 0,23\%$$

Отже, за даним експериментом було визначено, що найбільший кількісний вміст антоціанів у розчині отриманому екстракцією 1%-ий розчином лимонної кислоти.

3.3 Визначення масової частки сухих речовин та масової частки вологи екстрактів

Визначення масової частки сухих розчинних речовин – рефрактометричним методом. Метод ґрунтується на визначенні коефіцієнту заломлення розчинних сухих речовин в розчині за допомогою рефрактометра зі шкалою, яка показує вміст сухих речовин у вагових відсотках. За допомогою рефрактометра було виміряно показник заломлення екстрактів (Додатки Г, Д, Е). Дані наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Показник заломлення отриманих екстрактів

Показник заломлення водного екстракту	Показник заломлення підкисленого водного екстракту	Показник заломлення водно-спиртового екстракту
1,33375	1,33499	1,36343
1,33376	1,33502	1,36342
1,33377	1,33504	1,36342
1,33376	1,33507	1,36342
Середнє: 1,33376	Середнє: 1,33503	Середнє: 1,36342

Отже, масова частка сухих речовин:

- водного екстракту $C = 1,33\%$;
- підкисленого водного екстракту $C = 1,34\%$;
- водно-спиртового екстракту $C = 1,36\%$.

Масова частка вологи розрахована за формулою (2.3):

- водного екстракту $W = 98,67\%$;
- підкисленого водного екстракту $W = 98,66\%$;
- водно-спиртового екстракту $W = 98,64\%$.

Також було виміряно рН отриманих екстрактів. Отримані фізико-хімічні показники занесено до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Фізико-хімічні показники отриманих екстрактів


Екстракт	рН	Кількісний вміст антоціанів, %	Показник заломлення	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка вологи, %
Водний екстракт	2,67	0,62	1,33376	1,33	98,67
Підкислений водний екстракт	2,15	1,09	1,33503	1,34	98,66
Водно-спиртовий екстракт	3,60	0,23	1,36342	1,36	98,64

3.3 Якісні реакції на антоціани

З метою виявлення антоціанів було використано якісні реакції, що базуються на властивості змінювати свій колір в залежності від рН середовища. Розчин антоціанів у кислому середовищі має червоний колір, у нейтральному синьо-фіолетовий, а у лужному – жовто-зелений. Результати наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Властивості зміни кольору розчину антоціанів в залежності від рН

	Середовище	Водний екстракт	Підкислений водний екстракт	Водно-спиртовий екстракт
Колір розчину	Кисле	Червоний	Червоний	Рожево-червоний
	Нейтральне	Рожево-фіолетовий	Фіолетовий	Рожево-фіолетовий
	Лужне	Жовто-зелений	Зелений	Жовто-зелений

		
Водний екстракт	Підкислений водний екстракт	Водно-спиртовий екстракт

3.4 Дослідження оптимальних умов для екстракції

З попередньо отриманих результатів дослідження впливу розчинника на кількісний вихід антоціанів, робимо висновки, що 1%-ий розчин лимонної кислоти є найбільш оптимальним розчинником. Подальші дослідження необхідні для визначення оптимальної температури та часу екстракції для більшого виходу антоціанів з вичавок журавлини.

Для дослідження було взято чотири наважки вичавок журавлини масою 5 г. Наважки помістили в плоскодонні конічні колби та додали по 50 мл 1%-ого розчину лимонної кислоти (рис.3.3).

В ході дослідження було обрано різні параметри екстрагування:

- 1 зразок: температура екстрагування 40°C, час 40 хвилин;
- 2 зразок: температура екстрагування 40°C, час 20 хвилин;
- 3 зразок: температура екстрагування 50°C, час 30 хвилин;
- 4 зразок: температура екстрагування 30°C, час 30 хвилин.



Рисунок 3.3 – Процес підготовки та проведення процесу екстрагування

Отримані екстракти було відфільтровано від залишок вичавок журавлини. У зразках було виміряно рН, оптичну густину для визначення кількісного вмісту антоціанів та показник заломлення для визначення масової частки сухих речовин та масової частки вологи.

Вимірювали оптичну густину отриманих екстрактів на спектрофотометрі за довжини хвилі 528 нм. Як компенсаційний розчин використовували розчинник. Було отримано по три заміри кожного екстракту для отримання більш точних даних (Додаток Ж). Дані наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Оптична густина отриманих зразків

Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
2,4282	1,1754	2,1165	1,0147

Продовження таблиці 3.7

2,4296	1,1757	2,1135	1,0142
2,4310	1,1764	2,1143	1,0141
Середнє: 2,4296	Середнє: 1,1758	Середнє: 2,1148	Середнє: 1,0143

За формулою (2.1) розраховуємо:

- кількісний вміст антоціанів у зразку 1:

$$\frac{2,4296 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 1,69\%$$

- кількісний вміст антоціанів у зразку 2:

$$\frac{1,1758 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 0,82\%$$

- кількісний вміст антоціанів у зразку 3:

$$\frac{2,1148 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 1,47\%$$

- кількісний вміст антоціанів у зразку 4:

$$\frac{1,0143 \cdot 5000}{718 \cdot 10} = 0,71\%$$

Отже, за даним експериментом було визначено, що найбільший кількісний вміст антоціанів у розчині отриманому екстракцією 1%-ий розчином лимонної кислоти за температури 40°C протягом часу 40 хв.

Визначення масової частки сухих розчинних речовин – рефрактометричним методом. Метод ґрунтується на визначенні коефіцієнту заломлення розчинних сухих речовин в розчині за допомогою рефрактометра зі шкалою, яка показує вміст сухих речовин у вагових відсотках. За допомогою рефрактометра було виміряно показник заломлення екстрактів (Додаток К). Дані наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Показник заломлення отриманих зразків

	Показник заломлення
Зразок 1	1,33532
Зразок 2	1,33524
Зразок 3	1,33533
Зразок 4	1,33504

Отже, масова частка сухих речовин:

- зразка 1 С = 1,34%;
- зразка 2 С = 1,34%;
- зразка 3 С = 1,34%;
- зразка 4 С = 1,34%.

Масова частка вологи розрахована за формулою (2.3):

- зразка 1 W = 98,66%;
- зразка 2 W = 98,66%;
- зразка 3 W = 98,66%;
- зразка 4 W = 98,66%.

Також було виміряно рН отриманих екстрактів. Отримані фізико-хімічні показники занесено до таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Фізико-хімічні показники отриманих зразків

Екстракт	рН	Кількісний вміст антоціанів, %	Показник заломлення	Масова частка сухих речовин, %	Масова частка вологи, %
Зразок 1	2,22	1,69	1,33532	1,34	98,66
Зразок 2	2,22	0,82	1,33524	1,34	98,66
Зразок 3	2,21	1,47	1,33533	1,34	98,66
Зразок 4	2,20	0,71	1,33504	1,34	98,66

3.5 Розроблення математичної моделі процесу екстракції антоціанів з журавлини

Для встановлення оптимального технологічного режиму процесу екстракції антоціанів з журавлини, необхідно було розробити математичну модель процесу з використанням результатів отриманих під час повного факторного експерименту.

Внаслідок попередньо отриманих результатів визначені такі вхідні параметри, які найбільше впливають на процес екстрагування.

Вхідні параметри процесу:

X_1 – температура екстракції, °С;

X_2 – тривалість екстракції, хв.

Вихідна функція: С — кількісний вміст антоціанів, %.

Загальна схема математичної моделі має вигляд (рис.3.4):

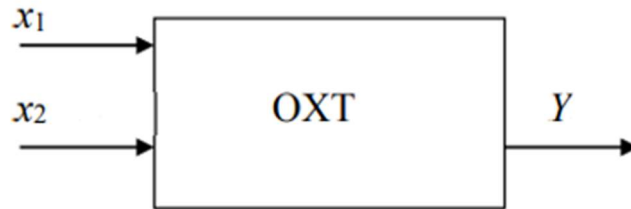


Рисунок 3.4 - Функція залежності виходу продукту від вхідних параметрів

Залежність вхідних параметрів від вихідної функції є лінійною, виходячи з цього, складаємо рівняння регресії:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2,$$

де a_0, a_1, a_2, a_{12} , — коефіцієнти регресії.

Побудова плану повного факторного експерименту

Для проведення дослідів складений план експерименту і вказанням кількості дослідів та межі зміни факторів.

Матриця являє собою перелік варіантів, взятих в серії дослідів. Відомо, що найбільш простими матрицями є матриці повного факторного експерименту, в яких досліджувані фактори змінюються лише на верхньому та нижньому рівнях.

Визначена кількість дослідів повного факторного експерименту:

$$N = 2^n = 2^2 = 4,$$

де $n = 2$ — кількість вхідних факторів.

Спланована кількість дублюючих дослідів $m = 3$.

Вихідне рівняння регресії необхідно нормалізувати, тобто перетворити змінні x_i в безрозмірні нормалізовані z_i :

$$z_i = (x_i - x_0)/\Delta x_i$$

де x_i — значення фактора на «+» та «-» рівні; x_0 — значення фактора на 0-рівні;

Δx_i — крок варіювання.

Після нормалізації рівняння регресії має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_{12} z_1 z_2$$

Визначивши, які фактори впливають на вміст антоціанів, визначимо рівні варіювання та крок варіювання, вони наведені у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Рівні варіювання та кроки варіювання факторів

Фактор	Одиниці вимірювання	0-рівень	Крок варіювання	Верхній рівень «+»	Нижній рівень «-»
x_1	°C	40	10	50	30
x_2	хв	30	10	40	20

Наступним кроком є побудова матриці повного двофакторного експерименту (табл.3.11).

Таблиця 3.11 – Матриця повного двофакторного експерименту

№ досл.	z_0	z_1	z_2	$z_1 z_2$	y_1	y_2	y_3	\bar{y}
1	+	+	+	+	1,691	1,692	1,693	1,692
2	+	+	-	-	0,819	0,819	0,819	0,819
3	+	-	+	-	1,474	1,472	1,472	1,473
4	+	-	-	+	0,707	0,706	0,706	0,706

Статистична обробка даних

Перевірка однорідності дисперсій повторних вимірювань

а) розраховуємо дисперсію паралельних дослідів кожного рядка матриці плану за рівнянням:

$$S_i^2 = \sum_{j=1}^m \frac{(y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m - 1},$$

де $m = 3$ — кількість паралельних дослідів.

$$S_1^2 = \frac{[(1,691 - 1,692)^2 + (1,692 - 1,692)^2 + (1,693 - 1,692)^2]}{3 - 1} = 0,000001$$

$$S_2^2 = \frac{[(0,819 - 0,819)^2 + (0,819 - 0,819)^2 + (0,819 - 0,819)^2]}{3 - 1} = 0$$

$$S_3^2 = \frac{[(1,474 - 1,473)^2 + (1,472 - 1,473)^2 + (1,472 - 1,473)^2]}{3 - 1} = 0,0000015$$

$$S_4^2 = \frac{[(0,707 - 0,706)^2 + (0,706 - 0,706)^2 + (0,706 - 0,706)^2]}{3 - 1} = 0,0000005$$

Таблиця 3.12 – Матриця повного двохфакторного експерименту

№ досл.	z_0	z_1	z_2	$z_1 z_2$	y_1	y_2	y_3	\bar{y}	S_i^2
1	+	+	+	+	1,691	1,692	1,693	1,692	0,000001
2	+	+	-	-	0,819	0,819	0,819	0,819	0
3	+	-	+	-	1,474	1,472	1,472	1,473	0,0000015
4	+	-	-	+	0,707	0,706	0,706	0,706	0,0000005

б) визначаємо найбільше значення $S_{i\max}^2$ з усіх розрахованих:

$$S_{i\max}^2 = S_3^2 = 0,0000015$$

в) розраховуємо суму дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_i^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 = 0,000003$$

г) розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_{\max} = S_{i\max}^2 / \sum_{i=1}^N S_i^2 = \frac{0,0000015}{0,000003} = 0,5$$

д) обираємо табличне значення критерію Кохрена $G_{кр}$, для значень ступеня свободи $f_1 = m - 1 = 3 - 1 = 2$ та $f_2 = N = 4$ та для рівня значущості $\alpha = 5\%$ і перевіряємо виконання умови:

$$G_{\max} = 0,5 < G_{кр} = 0,9057$$

Робимо висновок, що дисперсії вихідного параметру в паралельних дослідках є однорідними, тобто отримане рівняння регресії є відтворюваним.

Розраховуємо загальну похибку дослідів:

$$S_0^2 = \sum_{i=1}^N S_i^2 / N = 0,000003 / 4 = 7,5 \cdot 10^{-7}$$

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

$$b_0 = \sum_{i=1}^N (z_{0i} \cdot \bar{y}_i) / N = (1,692 + 0,819 + 1,473 + 0,706) / 4 = 1,1725$$

$$b_1 = \sum_{i=1}^N (z_{1i} \cdot \bar{y}_i) / N = (1,692 + 0,819 - 1,473 - 0,706) / 4 = 0,083$$

$$b_2 = \sum_{i=1}^N (z_{2i} \cdot \bar{y}_i) / N = (1,692 - 0,819 + 1,473 - 0,706) / 4 = 0,41$$

$$b_{12} = \sum_{i=1}^N (z_{1i} \cdot z_{2i} \cdot \bar{y}_i) / N = (1,692 - 0,819 - 1,473 + 0,706) / 4 = 0,0265$$

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії

Перевіряємо значущість коефіцієнтів регресії, що характеризують лінійні ефекти та ефекти парної взаємодії.

а) визначаємо дисперсію коефіцієнтів регресії:

$$S_{bi}^2 = S_0^2 / N = 7,5 \cdot 10^{-7} / 4 = 1,875 \cdot 10^{-7}$$

б) визначаємо відхилення будь-якого коефіцієнту:

$$\Delta b_i = \pm t_T \cdot \sqrt{S_0^2} = \pm 2,3 \cdot \sqrt{1,875 \cdot 10^{-7}} = \pm 0,001$$

де $t_T=2,3$ — табличне значення критерію Стьюдента для ступеню свободи $f_1 = N(m - 1) = 4(3 - 1) = 8$ та рівня значущості $\alpha=0,05$.

в) розраховуємо значення критерію Стьюдента для кожного коефіцієнту регресії:

$$t_{b0} = |b_0| / S_{bi} = |1,1725| / \sqrt{1,875 \cdot 10^{-7}} = 2707,772$$

$$t_{b1} = |b_1| / S_{bi} = |0,083| / \sqrt{1,875 \cdot 10^{-7}} = 191,68$$

$$t_{b2} = |b_2| / S_{bi} = |0,41| / \sqrt{1,875 \cdot 10^{-7}} = 946,854$$

$$t_{b12} = |b_{12}| / S_{bi} = |0,0265| / \sqrt{1,875 \cdot 10^{-7}} = 61,199$$

г) перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{bi} > t_T$, виконання цієї умови дає підставу констатувати значущість відповідного i -го коефіцієнту. В нашому випадку всі коефіцієнти регресії є значущими.

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії у формі поліному першого порядку:

$$\tilde{y} = 1,1725 + 0,083 \cdot x_1 + 0,41 \cdot x_2 + 0,0265 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Підставляючи значення кожного фактора в отримане рівняння регресії, отримаємо розрахункові значення функції та порівнюємо їх із дослідними значеннями:

$$\tilde{y}_1 = 1,1725 + 0,083 \cdot (+1) + 0,41 \cdot (+1) + 0,0265 \cdot (+1) = 1,692$$

$$\tilde{y}_2 = 1,1725 + 0,083 \cdot (+1) + 0,41 \cdot (-1) + 0,0265 \cdot (-1) = 0,819$$

$$\tilde{y}_3 = 1,1725 + 0,083 \cdot (-1) + 0,41 \cdot (+1) + 0,0265 \cdot (-1) = 1,473$$

$$\tilde{y}_4 = 1,1725 + 0,083 \cdot (-1) + 0,41 \cdot (-1) + 0,0265 \cdot (+1) = 0,706$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

а) Перевіряємо отримане рівняння регресії на адекватність дійсному процесу

$$S_{\text{зал}}^2 = 1/N \sum_{n=1}^N (\bar{y}_n - \tilde{y}_n)^2$$

$$S_{\text{зал}}^2 = \frac{1}{4-3} \cdot (1,692 - 1,692)^2 + (0,819 - 0,819)^2 + (1,473 - 1,473)^2 + (0,706 - 0,706)^2 = 0$$

б) розрахуємо значення критерію Фішера:

$$F_p = \frac{S_{\text{зал}}^2}{S_0^2} = \frac{0}{7,5 \cdot 10^{-7}} = 0$$

в) за таблицями для ступеня свободи $f_1 = N - l = 4 - 3 = 1$ та $f_2 = N(m - 1) = 4(3 - 1) = 8$ та для рівня значущості $\alpha = 5\%$; де $l = 3$ — кількість коефіцієнтів в рівнянні регресії.

Вибираємо табличне значення критерію Фішера: $F_T = 5,3177$

г) перевіряємо умову адекватності:

$$F_p = 0 < F_T = 5,3177$$

Робимо висновок, що отримане рівняння регресії є адекватним досліджену процесу, що також доводиться порівнянням дисперсій.

Для переходу від кодованих до натуральних значень використаємо формули:

$$x_1 = (H_1 - H_{01})/\lambda_1 = (T - 40)/10$$

$$x_2 = (H_2 - H_{02})/\lambda_2 = (t - 30)/10$$

де H_1, H_2 — натуральні значення факторів; H_{01}, H_{02} — значення факторів на нульовому рівні; λ_1, λ_2 — кроки варіювання факторів.

Тоді математична модель буде мати вигляд:

$$\hat{C} = 1,1725 + 0,083 \cdot x_1 + 0,41 \cdot x_2 + 0,0265 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Тепер, підставляючи в отриману математичну модель значення заданих вхідних параметрів отримуємо математичні розрахунки вмісту антоціанів:

$$\hat{C}_1 = 1,1725 + 0,083 \cdot 0 + 0,41 \cdot 1 + 0,0265 \cdot 0 \cdot 1 = 1,583$$

$$\hat{C}_2 = 1,1725 + 0,083 \cdot 0 + 0,41 \cdot (-1) + 0,0265 \cdot 0 \cdot (-1) = 0,763$$

$$\hat{C}_3 = 1,1725 + 0,083 \cdot 1 + 0,41 \cdot 0 + 0,0265 \cdot 1 \cdot 0 = 1,356$$

$$\hat{C}_4 = 1,1725 + 0,083 \cdot (-1) + 0,41 \cdot 0 + 0,0265 \cdot (-1) \cdot 0 = 0,649$$

Розраховуємо загальну похибку експерименту:

$$\Delta = \sum_{i=1}^N \Delta_i / N$$

Похибка окремо взятого дослідження становить:

$$\Delta_1 = |\hat{C}_1 - \bar{C}_1| / \bar{C}_1 \cdot 100\% = |1,583 - 1,692| / 1,692 \cdot 100\% = 6,4\%$$

$$\Delta_2 = |\hat{C}_2 - \bar{C}_2| / \bar{C}_2 \cdot 100\% = |0,763 - 0,819| / 0,819 \cdot 100\% = 6,8\%$$

$$\Delta_3 = |\hat{C}_3 - \bar{C}_3| / \bar{C}_3 \cdot 100\% = |1,356 - 1,473| / 1,473 \cdot 100\% = 7,9\%$$

$$\Delta_4 = |\hat{C}_4 - \bar{C}_4| / \bar{C}_4 \cdot 100\% = |0,649 - 0,706| / 0,706 \cdot 100\% = 8,1\%$$

Загальна похибка експерименту $\Delta = 7,3\%$, що знаходиться в допустимих межах.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Характеристика вихідної сировини

Антоціани можна використовувати у вигляді концентратів, екстрактів та порошків. В даній роботі була розглянута технологія виробництва антоціанів з вичавок журавлини саме у вигляді порошку. Перевагою порошкових барвників є більший термін зберігання. Також в подальшому використанні в косметичній чи харчовій галузях порошкова форма антоціанів є більш зручною в точності дозування.

Вихідною сировиною є харчова добавка E163, що є групою природних барвників – антоціанів. Антоціани – це водорозчинні пігменти.

Антоціани мають високу чутливість. На колір та стабільність антоціанів впливає дія температура, кисню, світла, іонів металів та зміна рН середовища.

Позитивний заряд молекул антоціанів сприяє підвищенню їх розчинності у воді, а й особливо в кислому середовищі. [4]

В таблиці 4.1 наведена характеристика харчової добавки E163.

Таблиця 4.1 – Характеристика харчової добавки E163

Назва	Антоціани
Категорія	Натуральний барвник
Ступінь небезпеки	Нульовий
Допустима норма споживання	2,5 мг/кг
Органолептичні властивості	Червоні рідини, порошки або пасти
Забарвлення розчину	При рН<4 червоне, при зростанні рН забарвлення змінюється спочатку на синьо-фіолетове, потім зелене.
Гігієнічні норми	ДСП 2,5 мг/кг ваги тіла на день
Фізико-хімічні властивості	Добавка легко розчинна у воді, етанолі; нерозчинна у рослинних оліях
Природне джерело	Журавлина, червоний виноград, ягоди чорної смородини, полуниця, вишня, малина, ожина, пелюстки квітів, лущиння насіння соняшника і плоди інших рослин
Одержання	Екстракцією сульфатованою або підкисленою водою, діоксидом вуглецю, етанолом або метанолом із рослин. Отриманий екстракт сушать сублімаційною чи розпилювальною сушкою. В екстрактах можливі домішки, наприклад, компоненти сировини, таніни, цукор та ін.

4.2 Розроблення та опис принципової схеми виробництва антоціанового порошку

У даному підрозділі 4.2 наведено розроблену принципову схему виробництва антоціанового порошку (рис.4.1).

Опис принципової схеми виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини:

1. *Подрібнення сировини.* Метою стадії – це подрібнення рослинної сировини ($d = 2$ мм), для збільшення поверхні обміну тверда речовина:рідина, оскільки таким чином, вихід екстракції збільшиться.

2. *Екстрагування.* Мета процесу – вилучення антоціанів із сировини.

Подрібнені вичавки журавлини вводяться у віброекстрактор, обладнаний мішалкою зі швидкістю 200-500 об/хв, для подальшої екстракції 1%-им розчином лимонної кислоти при температурі 40°C. Співвідношення сировина:розчинник 1:10. Екстракція може тривати від 30 до 60 хвилин, але отримані експериментальні дані показали, що тривалість 40 хвилин є найбільш оптимальною для кращого вилучення антоціанів.

3. *Фільтрування.* Після процесу екстрагування екстракт містить велику кількість твердих домішок, отже екстракт подають на фільтрацію в рамному фільтр-пресі за таких параметрів $P_{max} = 1,5$ МПа, $P_{роб.} = 1,2$ МПа. Домішки відокремлюються в збірник, а забарвлена рідина, тобто фільтрат, переходить за допомогою відцентрового насосу до наступного процесу. Мета стадії: очищення фільтрату від домішок.

4. *Концентрування.* Забарвлена рідина, тобто фільтрат, надходить у випарник. Мета стадії: видалення розчинника із напівпродукту. Концентрація сухих речовин 40-50%. Температура процесу 50-55°C. Залишкова вологість становить 25%.

5. *Ліофілізація.* Мета стадії: сублімація залишків розчинника. Спочатку концентрат подають в шоківий холодильник, для його заморозки, що необхідно для збереження лабільних компонентів в практично незмінному вигляді, після

чого переносять у сублімаційну сушку, в якій відбувається майже повне видалення розчинника. Температура заморожування від -10 до -15°C . Температура у сублімаційній сушці $40-60^{\circ}\text{C}$.

6. *Подрібнення порошку.* Після процесу ліофілізації забарвлена сировина подається в кульовий млин, для подальшого подрібнення в порошок (розмір частинок $d = 0,2$ мм). Неподрібнені частинки, які залишились на ситах, повторно подрібнюються. Мета стадії: подрібнення твердої забарвленої сировини в порошок.

7. *Фасування готового продукту.* Забарвлений порошок розфасовують у мішки чи пластикову тару, щільно закривається кришкою. Додаткові прокладки на кришках, які герметизують, захищатимуть продукт від потрапляння вологи. Відповідно до міжнародних вимог на етикетці чи упаковці має бути зазначено найменування барвника, термін придатності та умови зберігання.

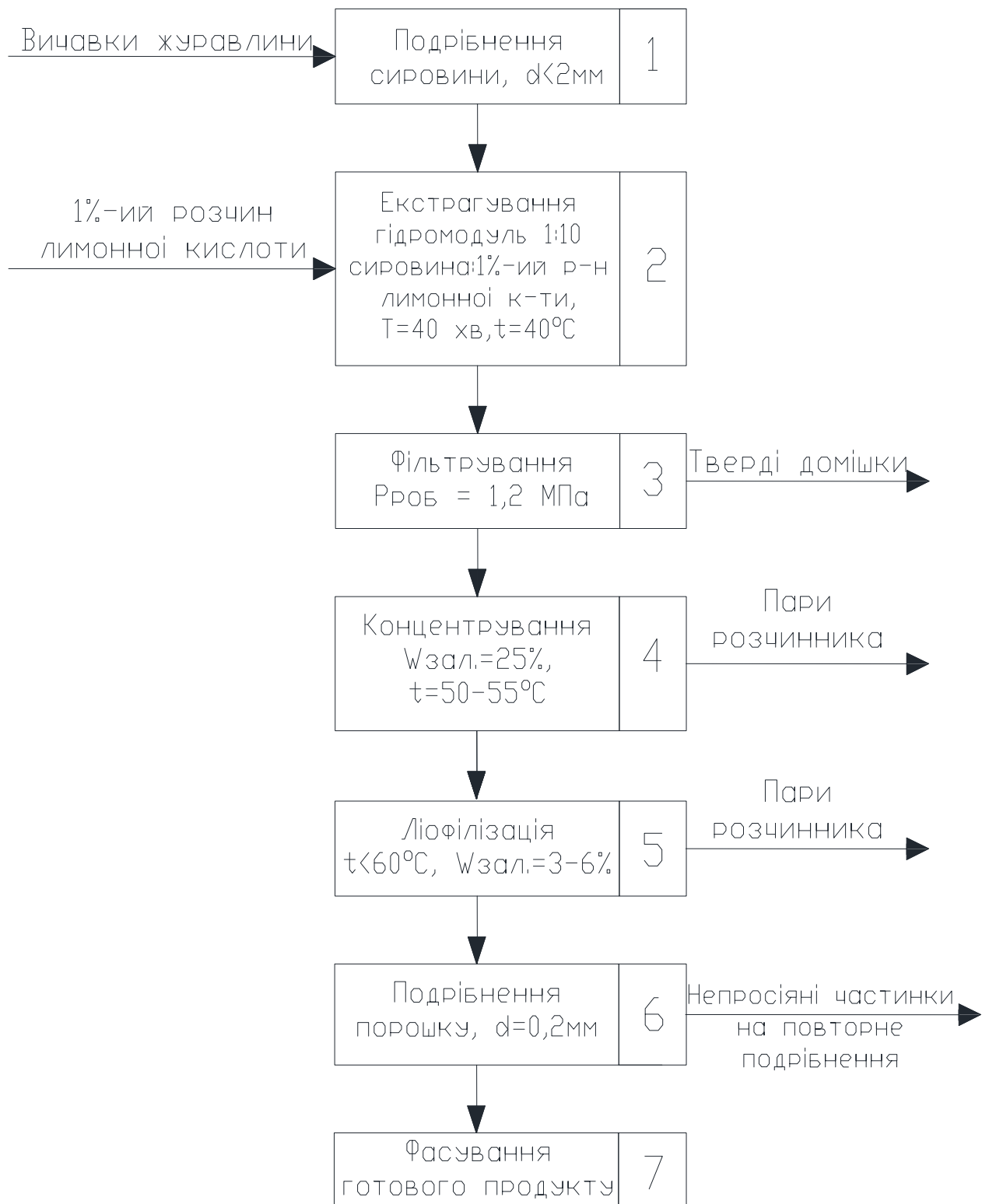


Рисунок 4.1 – Принципова схема виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини

4.3 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини потужністю 100 кг/добу

При виробництві практичне значення має матеріальне балансу, який заснований на законі збереження мас: маса вихідних продуктів процесу повинна дорівнювати масі його кінцевих продуктів.

$$C_{\text{вихідних продуктів}} = C_{\text{кінцевих продуктів}} \quad (4.1)$$

При його розрахунку закладають втрати та відходи. Чим повніше він складений, тим якісніше здійснюється процес виробництва.

Матеріальний баланс стадії подрібнення сировини

Першою стадією є подрібнення вичавок журавлини. Витрати сировини складають 1,8%. Дані наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс стадії подрібнення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Вичавки журавлини	1600 кг	Подрібнені вичавки журавлини	1500 кг
		<i>Відходи</i>	68 кг
		<i>Втрати</i>	32 кг
Всього	1600 кг	Всього	1600 кг

Матеріальний баланс стадії екстрагування

Друга стадія – екстракція подрібнених вичавок журавлини 1%-им розчином лимонної кислоти. Витрати сировини складають 2%. Дані наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Матеріальний баланс стадії екстрагування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Подрібнені вичавки журавлини	1500 кг	Проекстраговані вичавки	2972 кг
1%-ий розчин лимонної кислоти	15000 кг	Забарвлений екстракт	13000 кг
		<i>Відходи</i>	198 кг

Продовження таблиці 4.3

		<i>Втрати</i>	330 кг
Всього	16500 кг	Всього	16500 кг

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Третьою стадією є фільтрування забарвленого екстракту від домішок. Витрати сировини складають 1,3%. Дані наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений екстракт	13000 кг	Забарвлена рідина	12600 кг
		Домішки	205 кг
		<i>Відходи</i>	26 кг
		<i>Втрати</i>	169 кг
Всього	13000 кг	Всього	13000 кг

Матеріальний баланс стадії концентрування

Четверта стадія – це концентрування забарвленої рідини для повного виділення залишків розчинника. Отриманий концентрат без пари води становить 1/3 ~ 1/7 від початкового об'єму. Втрати сировини складають 1,5%. Дані наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Матеріальний баланс стадії концентрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлена рідина	12600 кг	Концентрат	1800 кг
		Пари розчинника	10416,4 кг
		<i>Відходи</i>	194,6 кг
		<i>Втрати</i>	189 кг
Всього	12600 кг	Всього	12600 кг

Матеріальний баланс стадії ліофілізації

П'ятою стадією є ліофілізація. В середньому вихід продукту після ліофілізації 8-12%, залишкова вологість має складати 5%. Витрати сировини складають 1,7%. Дані наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Матеріальний баланс стадії ліофілізації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Концентрат	1800 кг	Забарвлений порошок	144 кг
		Волога в т.ч.:	
		- залишкова	7,2 кг
		Пари розчинника	1576,9 кг
		<i>Відходи</i>	48,5 кг
		<i>Втрати</i>	30,6 кг
Всього	1800 кг	Всього	1800 кг

Матеріальний баланс стадії подрібнення

Шоста стадія – це подрібнення готового порошку на більш дрібну фракцію. Витрати сировини складають 2%. Дані наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Матеріальний баланс стадії подрібнення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений порошок	144 кг	Забарвлений подрібнений порошок	116 кг
		<i>Відходи</i>	25 кг
		<i>Втрати</i>	3 кг
Всього	280 кг	Всього	280 кг

Матеріальний баланс стадії фасування

Сьома стадія – це фасування забарвленого подрібненого готового продукту. Витрати сировини складають 2%. Дані наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Матеріальний баланс стадії фасування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений порошок	116 кг	Забарвлений подрібнений порошок	100 кг
		<i>Відходи</i>	13,7 кг
		<i>Втрати</i>	2,3 кг
Всього	116 кг	Всього	116 кг

Матеріальний баланс виробництва антоціанового порошку

Таблиця 4.9 – Зведена таблиця матеріального балансу виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Вичавки журавлини	1600 кг	Подрібнені вичавки журавлини	1500 кг
Подрібнені вичавки журавлини	1500 кг	Проекстраговані вичавки	1972 кг
1%-ий розчин лимонної кислоти	15000 кг	Забарвлений екстракт	13000 кг
Забарвлений екстракт	13000 кг	Забарвлена рідина	12600 кг
		Домішки	205 кг
Забарвлена рідина	12600 кг	Концентрат	1800 кг
		Пари розчинника	10416,4 кг
Концентрат, в т.ч. -волога	1800 кг 540 кг	Забарвлений порошок	144 кг
		Волога в т.ч.: - залишкова	7,2 кг
		Пари розчинника	1576,9 кг
Забарвлений порошок	144 кг	Забарвлений подрібнений порошок	116 кг
Забарвлений порошок	116 кг	Забарвлений подрібнений порошок	100 кг
		<i>Відходи</i>	573,8 кг
		<i>Втрати</i>	755,9 кг
Всього	45 760 кг	Всього	45 760 кг

4.4 Підбір основного технологічного обладнання

На підставі складеного матеріального балансу та розробленої принципової технологічної схеми виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини проводимо підбір основного технологічного обладнання.

Валкова дробарка (рис.4.2) застосовується для подрібнення продуктів і матеріалів мінерального, органічного і промислового походження. Відмінною рисою валкових дробарок є їх здатність переробляти матеріали, схильні до налипання, а також можливість отримання дрібнодисперсного матеріалу.

Основним робочим елементом валкових дробарок є обертові на горизонтальній осі циліндричні вали, які обертаються назустріч один одному і дроблять потрапив між ними матеріал. Кількість валків, а так само їх тип залежить від технічного завдання.

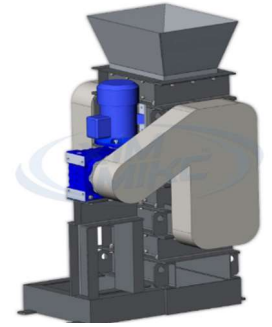


Рисунок 4.2 – Валкова дробарка

Валкові дробарки використовуються для середнього, а головним чином, дрібного дроблення. [30]

Віброекстрактор періодичної дії з комбінованим енергопідведенням містить циліндричний корпус з кришкою із розміщеним на ній віброприводом, з'єднаним через шток та перфорований диск з гнучким контейнером. Контейнер має проникну поверхню для екстрагенту, закріпленим на сітчастій нерухомій опорі, під якою в нижній частині корпуса розміщено регульований за амплітудою і частотою коливань випромінювач високочастотних механічних коливань. Апарат додатково оснащений зовнішнім вакуумованим циркуляційним контуром, який складається з барометричної трубки, що з'єднує робочий об'єм апарата з випарним пристроєм, який має обвідний контур і парову камеру, що з'єднані із збірником конденсату через конденсатор.

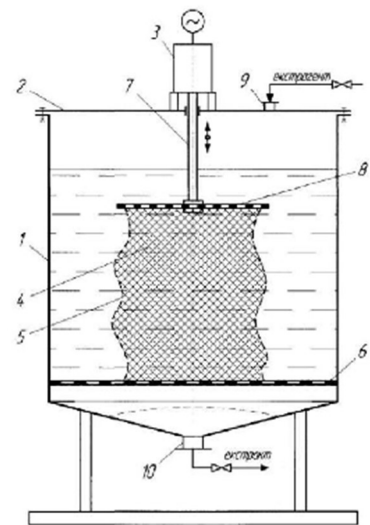


Рисунок 4.3 – Схематичне зображення віброекстрактора

Апарат, що пропонується, схематично зображено на рис.4.3. Вібраційний екстрактор складається з корпусу 1 та кришки 2 із розміщеним на ній віброприводом 3, з'єднаним через шток 4 та перфорований диск 5 з гнучким контейнером 6, що має проникну поверхню для екстрагенту, закріпленим на сітчастій нерухомій опорі 7, під якою в нижній частині корпуса 1 розміщено регульований за амплітудою і частотою коливань випромінювач високочастотних механічних коливань 8 з можливістю зміни його положення вздовж осі корпуса апарата, що в комбінації з низькочастотними механічними коливаннями від віброприводу 3 за-

безпечують інтенсивне масоперенесення. При цьому нагрівна оболонка 10 та розміщений під опорою 7 ТЕН 9 забезпечують запланований температурний режим процесу. [30]

Рамний фільтр-прес – фільтр періодичної дії, що виконує роботу під тиском, напрямком сили ваги в ньому є перпендикулярним до руху фільтрату. На рис 4.4 наведена будова апарату.

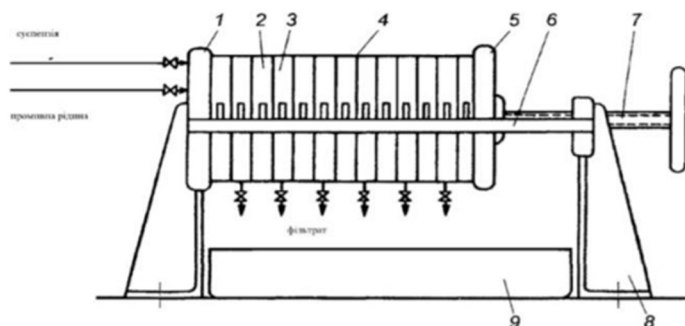


Рисунок 4.4 – Рамний фільтр-прес: 1 – опорна плита; 2 – рама; 3 – плита; 4 – фільтрувальна перегородка; 5 – рухома кінцева плита; 6 – горизонтальна напрямна; 7 – затискний гвинт; 8 – станина; 9 – жолоб збору фільтрату чи промивної рідини.

Порожню раму фільтр-преса розташовують між двома плитами для утворення камери для осаду. Отвори в рамах та плитах збігаються, це потрібно для створення каналів проходу для рідини та промивних вод. Фільтрувальна тканина (перегородка) розміщується між плитами та рамами, отвори в перегородці повинні збігатися із отворами у плитах і рамах.

У фільтр-пресі (рис.4.5) стиснення плит та рам відбувається за допомогою гвинтового або гідравлічного затискача. Рідину під тиском подають по каналу і відводять в порожній простір (тобто камеру) всередину рам. Рідина проходить через фільтрувальну перегородку, а тверді домішки залишаються. Коли камера всередині рами буде повністю заповнена осадом (твердими домішками), тоді подачу рідини зупиняють та починають промивати осад. Під час промивання по бічних каналах подається промивна рідина, що омиває осад й фільтрувальну тканину, а потім виводиться.



Рисунок 4.5 – Рамний фільтр-прес

По закінченню стадії промивки осад продувають стисненим повітрям та розсувають плити і рами. [30]

Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат. Принцип дії заснований на закономірностях непрямого теплового обміну з тонким шаром проточної рідини й відцентрової сепарації. На рисунку 4.6 наведена будова апарату.

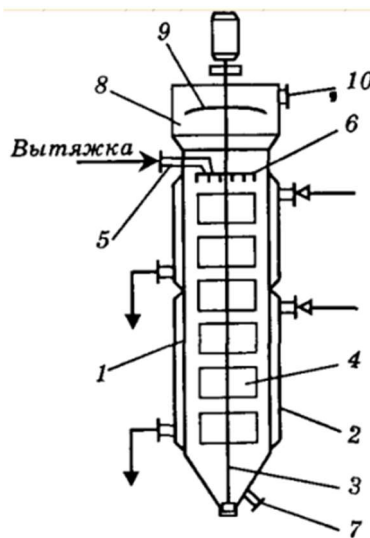


Рисунок 4.6 – Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат. 1 – корпус; 2 - парова сорочка; 3 – вал; 4 – шкребки; 5 – патрубок підведення витяжки; 6 - розподільчі кільця; 7 – патрубок відведення концентрату; 8 – сепараційна камера; 9 – відбійник; 10 – патрубок відведення пари.

Основна частина апарату (рис. 4.7): теплообмінник, що є блоком конічних порожнистих тарілок, які обертаються на загальному пустотілому валу. Гаряча вода по розподільчій трубці подається на внутрішню поверхню тарілок, які обертаються, і утворюють під дією відцентрової сили тонкі шари рідини (не більше 0,1 мм. В результаті теплообміну утворюється конденсат, який відкидається через с-му каналів з апарату по трубці. Частота обертання ротора 500-600 об/хв. [30]



Рисунок 4.7 – Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат

Шокфростер (камера шокової заморозки) (рис. 4.8) – є сучасним холодильним обладнанням, призначення якого миттєвого охолодження й заморожування. Принцип роботи шокфростера полягає у методі максимально жорсткого і швидкого охолодження. За короткий період (від кількох хвилин до 2-4 годин) вміст шокфростера охолоджується до температури від 18°C до 30°C. В результаті рідина перетворюється у мікрокристалики льоду, що не пошкоджують структуру продукту, на відміну від макрокристалів, що утворюються при довгій звичайній заморозці. Камера шокфростера зазвичай працює за допомогою вентиляторів, що обдувають продукт, для максимально швидкого охолодження. Холодоагент: R452a.



Рисунок 4.8 – Шокфростер

Сублімаційна сушка – обладнання (рис. 4.9), за допомогою якого видаляють розчинник із замороженої сировини шляхом сублімації мікрокристалів розчинника за умови вакуума, тобто розчинник перетворюється в пару, оминаючи рідкий стан, тобто фазу. [30]



Рисунок 4.9 – Сублімаційна сушка

Принцип дії полягає в тому, що заморожений продукт поміщають на сітчасті дека й через відкриті дверцята шафи завантажують на плити, всередину яких циркулює гаряча вода. Шафа зазвичай має циліндричну форму, а всередині неї 14 нагрівальних плит.

Кульовий млин (рис. 4.10) – спеціальне обладнання, що призначене для подрібнення твердих матеріалів. Подрібнення відбувається завдяки твердим куль. [30]

Основним елементом кульового млина є спеціальний барабан циліндричної форми. Всередині його обсяг часткового заповнюють твердими кульми. Подрібнення твердих матеріалів усередині барабану здійснюється завдяки пересуванню кульок. У циліндрі зверху є отвір необхідний для завантаження та розвантаження.



Рисунок 4.10 – Кульовий млин

Фасування кінцевого продукту – забарвленого порошку. Забарвлений порошок розфасовують у мішки чи у пластикову тару, яку щільно закривають кришкою. Додаткові прокладки у кришці, які герметизують, будуть захищати продукт від потрапляння вологи. На упаковці чи етикетці зазначають найменування барвника відповідно до міжнародних вимог, умови зберігання та термін придатності. [30]

4.5 Розроблення та опис апаратурно-технологічної схеми виробництва антоціанового порошку

На основі проведених математичних розрахунків матеріального балансу, підбору основного обладнання та вивчення методів отримання антоціанів з рослин, складено апаратурно-технологічну схему, яка представлена на рис.4.11.

Вичавки журавлини надходять у подрібнювач, для подрібнення до розміру $d=2$ мм. Основною метою подрібнення є максимальне руйнування клітинних структур з метою збільшення поверхні контакту екстрагенту з сировиною.

Далі за допомогою шнекового транспортеру подрібнена сировина надходить у віброекстрактор періодичної дії при температурі 30°C , екстрагент (1%-ий розчин лимонної кислоти) подають у віброекстрактор за допомогою насоса. У віброекстракторі відбувається одночасно і екстрагування, і змішування. Екстракція необхідна для вилучення антоціанів із сировини. В результаті процесу, непотрібний в подальшому, залишок сировини після екстракції відходить в збірник.

По закінченню процесу екстракції, отриманий екстракт із твердими домішками відцентровим насосом подається у рамний фільтр-прес. Процес фільтрування необхідний для відокремлення домішок і твердих часточок сировини від екстракту.

Далі тверді домішки відходять у збірник, а очищений фільтрат, відцентровим насосом подається у вакуум-випарний апарат. У ньому відбувається процес концентрування до вмісту сухих речовин 40-50% за температури $50-55^{\circ}\text{C}$, метою процесу є отримання продукту інтенсивного забарвлення та високої якості.

Концентрат за допомогою відцентрового насосу подається до шафи шокової заморозки. Шокова заморозка – це частина процесу ліофілізації. Холодоагент шокової шафи: фреон. Заморожений концентрат шнековим транспортером подають у сублимаційну сушку для сублимації залишків розчинника. Всередину полиць сушки подається гаряча вода, що створює температуру середовища сушки 40-60°C.

Сублимовану сировину шнековим транспортером подають в кульовий млин для подальшого подрібнення порошку на дрібнішу фракцію розміром $d=0,2\text{мм}$.

Шнековим транспортером порошок подають у фасувальну машину для кінцевої стадії – пакування готового продукту.

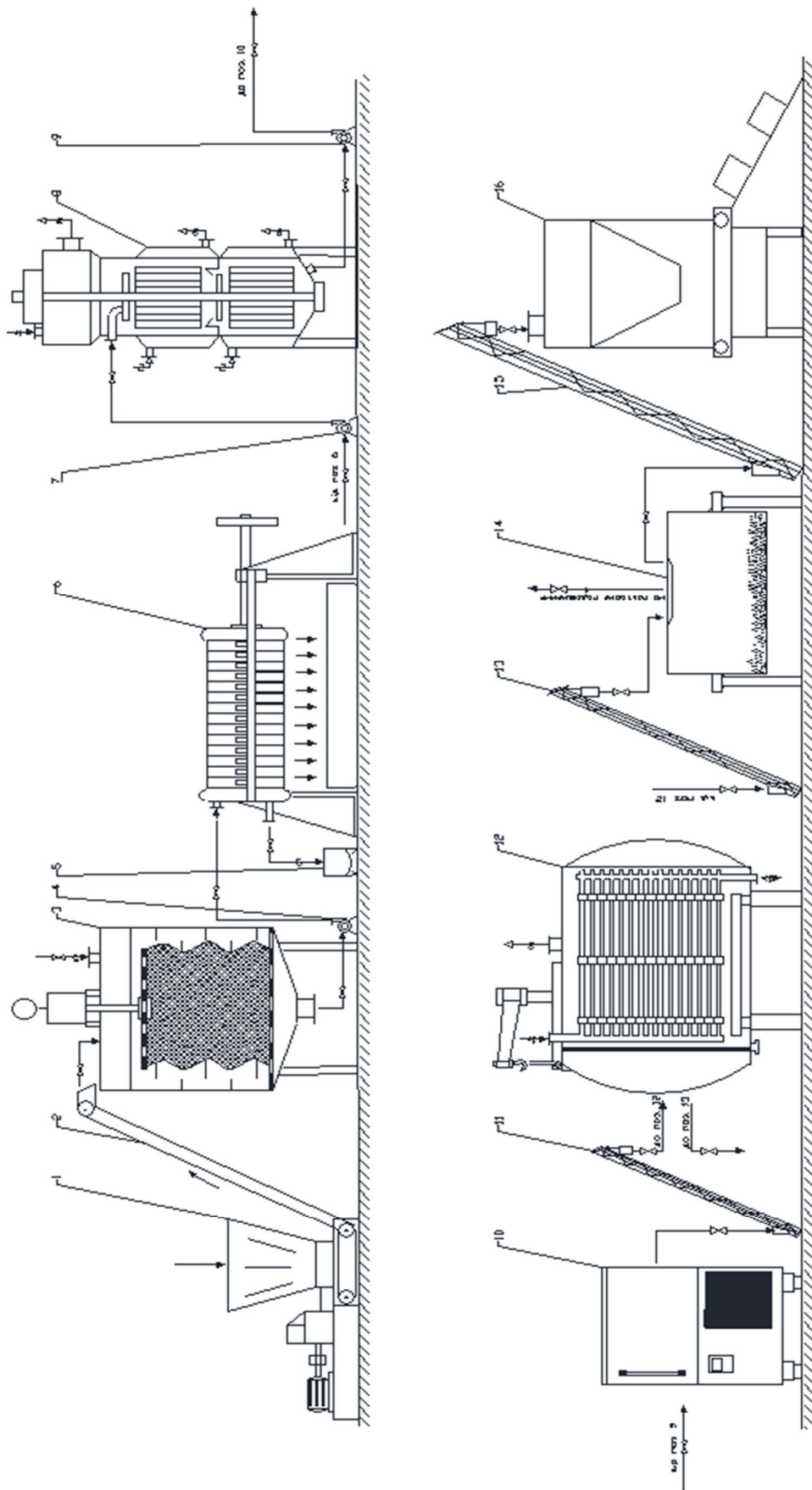


Рисунок 4.11 – Апаратурно-технологічна схема виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини

4.6 Контроль якості готової продукції

Для визначення рН порошкоподібного барвника готують 5 %-вий розчин і визначають рН приготованого розчину. [22]

Для приготування 5 %-го розчину наважку барвника масою 5,000 г переносять у мірну колбу місткістю 100 см³ і розчиняються у дистильованій воді. Розчин збовтують до повного розчинення барвника, доливають дистильовану воду до позначки і визначають величину рН отриманого розчину.

Метод визначення масової концентрації фарбувальних речовин базується на порівнянні інтенсивності забарвлення розчину, тобто порівняння розчину, приготовленого з сульфату кобальту та досліджуваного розчину. [2]

Проведення випробування:

Наважку сірчаноокислого кобальту масою 20,000 г переносимо в мірну колбу з місткістю 1000 см³ та розчиняємо в дистильованій воді. Розчин збовтуються до повного розчинення кобальтової солі і доливають дистильовану воду до позначки. Отриманий розчин приймають за розчин порівняння.

Одночасно беруть наважку барвника масою 1,000 г, переносять у мірну колбу місткістю 250 см³, наливають 10 см³ концентрованої соляної кислоти і доливають дистильовану воду до позначки. [22]

У разі появи каламуті чи пластівчастих часточок розчин фільтрують через фільтрувальну лійку під вакуумом. Оптичну густину розчину порівняння кобальтової солі та розчину барвника визначають на фотоелектричному колориметрі, користуючись зеленим світло-фільтром за довжини хвилі 540 нм і кюветами з товщиною поглинального світло шару 10 мм.

Оброблення результатів:

Масову концентрацію фарбувальних речовин X у грамах, що міститься в 1,0 кг барвника, розраховують за формулою:

$$X = \frac{22 \cdot D_1 \cdot 1000}{m \cdot D_2}, \quad (4.2)$$

де 22 – маса фарбувальних речовин, які за забарвленням відповідають 1 дм³ розчину порівняння, мг;

D_1 – оптична густина розчину барвника;

D_2 – оптична густина розчину порівняння кобальтової солі;

m – маса барвника, взятого для аналізу, мг.

Кінцевий результат випробувань приймається як середнє арифметичне результату двох паралельних значень, розбіжність між ними не має перевищувати 0,5%, за довірчої ймовірності $P=0,95$. [22]

Визначення мікробіологічних показників. Аналізи на виявлення патогенних мікроорганізмів проводять у порядку Державного санітарного нагляду санітарно-епідеміологічних станцій за методами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я. [4]

4.7 Характеристики готових порошкоподібних барвників

Барвники повинні відповідати вимогам «ДСТУ 3845-99 Барвники натуральні харчові. Технічні умови» і виготовлятися за технологічними рецептурами та інструкціями, що затверджені за встановленим порядком, з додержанням санітарних правил, які затверджені Міністерством охорони здоров'я.

Порошкоподібний барвник має виготовлятися за технологічними інструкціями та рецептурами, затвердженими за встановленим порядком, із додержанням санітарних правил, затверджених Міністерством охорони здоров'я.

Зовнішній вигляд: сухий, сипкий порошок. Може бути допущена наявність незначної кількості грудочок, що розсипаються в разі легкого натискання чи іншого легкого механічного впливу. Масова частка вологи готового продукту має бути не більше 5%. [3]

За органолептичними показниками порошкоподібні барвники повинні відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 4.10. [26]

Таблиця 4.10 – Органолептичні показники барвників

Назва показника	Характеристика порошкоподібного барвника
Зовнішній вигляд	Сухий, сипкий порошок. Допускається незначна кількість грудочок, які розсипаються в разі легкого натискання чи іншого легкого механічного впливу.
Колір	Насичений.

Продовження таблиці 4.10

Смак	Кислий або слабокислий, терпкуватий, солодкуватий, без стороннього присмаку.
Запах	Притаманний аромату застосованої сировини, без стороннього запаху.

За фізико-хімічними показниками порошкоподібні барвники повинні відповідати нормам, що зазначені в таблиці 4.11. [26]

Таблиця 4.11 – Фізико- хімічні показники порошкоподібних барвників

Назва показника	Норма для порошкоподібного барвника
Масова концентрація фарбувальних речовин, г/кг, не менше:	
Масова частка вологи, %, не більше:	
pH, не більше:	
Розчинність у воді:	Повна
Мінеральні домішки	Не допускаються
Домішки рослинного походження	Не допускаються
Сторонні домішки	Не допускаються

За мікробіологічними показниками порошкоподібний барвник повинен відповідати вимогам, що зазначені у таблиці 4.12. [26]

Таблиця 4.12 – Мікробіологічні показники порошкоподібного барвника

Назва показника	Допустима кількість мікробних клітин
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$5 \cdot 10^5$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не допускаються
Плісеневі гриби, КУО в 1 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г	Не допускаються
<i>Bacillus cereus</i> , КУО в 1 г, не більше	$1 \cdot 10^3$

Порошкоподібні барвники пакують в мішки або пакети масою від 1 до 5 кг. Допустиме відхилення маси окремих пакувальної одиниці порошкоподібного барвника не повинно перевищувати $\pm 0,3$ %.

Барвники повинні зберігатися в чистих, сухих, добре вентиляваних складських приміщеннях за температури від 0 до 20 °С і відносної вологості повітря не більше 75 %. Барвники під час перевезення, навантаження та розвантаження мають бути захищеними від атмосферних опадів та прямих сонячних променів.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічна ефективність – це економічні результати розрахунків та доцільність впровадження у виробництво отриманих наукових досліджень, нової техніки, нової технології тощо. [28]

Доцільність виробництва антоціанового порошку з вичавок ягід журавлини можна визначити розрахувавши калькуляцію собівартості виробництва.

Основною статтею є матеріальні витрати. В даній досліджуваній роботі реальний економічний ефект полягає в економії сировини, оскільки використовується вторинна сировина від соковиробництва. [29]

Основна сировина та метериали для виробництва антоціанового порошку з вичавок ягід журавлини та їх вартість наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Потреба в сировині та основних матеріалах на 100 кг виробництва антоціанового порошку

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн
Журавлина	кг	1600	100	160 000
Лимонна кислота	кг	150	100	15 000
Всього	-	-	-	175 000

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 100 кг барвника складуть 175 000 грн.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складають 8 750 грн. Тож, всього витрати становлять 183 750 грн.

Барвник будемо випускати в мішках по 5 кг, тобто на 100 кг припадає 20 мішків готової продукції.

Розрахуємо допоміжні та таропакувальні матеріали на виготовлення барвника. (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці тари, грн/шт.	Сума грн
Мішок місткістю 5 кг	шт	20	3	60

Отже, витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали на 100 кг барвника складуть 60 грн. Транспортні витрати на таропакувальні та допоміжні матеріали приймаємо в розмірі 5%, отже, вони складуть 3 грн. Отже, всього витрати складуть 63 грн.

В таблиці 5.3 наведені витрати енергоресурсів на одиницю продукції, що розраховані, виходячи з норм витрати на одиницю продукції і вартості 1 кВт/год електроенергії та 1 м³ води.

Таблиця 5.3 - Енерговитрати

Енергоресурс	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн
Електроенергія	кВт	10,5	2,64	27,72
Вода	м ³	15	13,8	207
Всього	-	-	-	234,72

Отже, енерговитрати на 100 кг барвника складають 234,72 грн.

Розрахуємо добову потужність виробництва барвника:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{г}} \cdot T_{\text{змін}} \cdot K_{\text{змін}},$$

де $P_{\text{г}}$ – годинна потужність провідного обладнання; $T_{\text{змін}}$ – тривалість змін; $K_{\text{змін}}$ – кількість змін.

Отже, маємо:

$$P_{\text{доб}} = 15,6 \cdot 8 \cdot 1 = 125 \text{ кг}$$

За добу наше виробництва буде виготовляти 100 кг готового продукту.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} \cdot K_{\text{вик}},$$

де $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання потужності (нормативне значення 0,8).

Тоді фактичний обсяг виробництва барвника:

$$P_{\text{факт}} = 125 \cdot 0,8 = 100 \text{ кг}$$

Тоді річний обсяг виробництва знайдемо за формулою:

$$O = P_{\text{факт}} \cdot K_{\text{д.р.}},$$

де $K_{\text{д.р.}}$ – кількість діб роботи лінії.

Отже, річний обсяг виробництва барвника:

$$O = 100 \cdot 365 = 36500 \text{ кг}$$

Наступним кроком буде розрахунок основної заробітної плати працівникам (табл.3.4). Тривалість зміни 8 год. Кількість робочих днів 365, підприємство працює без вихідних і свят. Посадові оклади (тарифні ставки) для працівників 2-5 тарифіних розрядів розраховують множенням окладу (ставки) працівника 1-го тарифного розряду ($6300/160=39,4$ грн/год) на відповідний тарифний коефіцієнт. Тарифний коефіцієнт працівника 2-го розряду складає 1,17, а 4-го – 1,54.

Таблиця 5.4 – Основна заробітна плата робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці

Професія	К-сть робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фон заробітної плати, грн.
Інженер-технолог	1	IV	60,4	8	176368
Апаратник	1	IV	60,4	8	176368
Укладальник-пакувальник	3	II	45,9	8	134082
Підсобний робітник	1	II	45,9	8	134082
Всього	6	-	-	-	889064
На 100 кг продукції	-	-	-	-	99,6

Отже, основна заробітня плата робітників за рік складає 889064 грн. Витрати по даній статті складуть 99,6 грн.

Додаткова заробітня плата – винагорода за працю понад установлених норм, за винахідливість та трудові успіхи, і за особливі умови праці. Додаткову заробітню плату приймаємо як 30% від основної заробітньої плати.

ЄСФ приймаємо як 22% від основної заробітньої плати.

Додаткова заробітня плата працівників та нарахування до ЄСФ наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Додаткова заробітна плата працівників та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн/кг
Додаткова заробітня плата	30% від ОЗП	29,88

Продовження таблиці 5.5

Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн	-	129,48
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	28,48

Отже, витрати на додаткову заробітню плату становлять 29,88 грн/кг, а сума відрахувань до ЄСФ – 28,48 грн/кг.

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200% від ОЗП:

$$99,6 \cdot 2 = 199,2 \text{ грн/кг}$$

Розрахуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції». Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 10% від ОЗП:

$$99,6 \cdot 0,1 = 9,96 \text{ грн/кг}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 300% від основної заробітної плати робітників:

$$99,6 \cdot 3 = 298,8 \text{ грн/кг}$$

Розрахуємо виробничу собівартість виробництва барвника:

$$183\,750 + 63 + 130 + 99,6 + 29,88 + 28,48 + 199,2 + 9,96 + 298,8 = 184\,608,9 \text{ грн}$$

Розрахуємо суму адміністративних витрат як 2,5% від виробничої собівартості:

$$184\,608,9 \cdot 0,025 = 4615,2 \text{ грн}$$

Розрахуємо витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$184\,608,9 \cdot 0,03 = 5538,3 \text{ грн}$$

Інші операційна витрати розрахуємо як 1% від виробничої собівартості:

$$184\,608,9 \cdot 0,01 = 1846,1 \text{ грн}$$

Отже, повні витрати на виробництво барвника становлять:

$$184\,608,9 + 4615,2 + 5538,3 + 1846,1 = 196\,608,5 \text{ грн}$$

Планова калькуляція барвника представлена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків по статтям калькуляції барвника

Статті калькуляції	Витрати на 100 кг, грн
1	2
Сировина та основні матеріали	175 000
Допоміжні та таропакувальні матеріали	63
Паливо та енергія на технологічні цілі	234,72
Основна заробітня плата робітників	99,6
Додаткова заробітня плата	29,88
Відрахування до ЄСВ	28,48
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	199,2
Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	9,96
Загальновиробничі витрати	298,8
Виробнича собівартість	184 608,9
Адміністративні витрати	4615,2
Витрати на збут	5538,3
Інші операційні витрати	1846,1
Повні витрати	196 608,5

Отже, повні витрати на виробництво на весь обсяг виробництва складуть:

$$196\,608,5 \cdot 3,65 \text{ т} = 717\,621 \text{ тис. грн}$$

Розрахуємо відпускну ціну барвника (табл.5.7).

Таблиця 5.7 – Відпускна ціна барвника

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн/кг	196 608,5
Рентабельність, %	10
Прибуток	19 660,85
Відпускна ціна без ПДВ, грн	216 269,35
ПДВ 20%	43 253,9
Відпускна ціна з ПДВ, грн	259 523,2

Оскільки, 100 кг барвника – це 20 мішків по 5 кг, то ціна за один мішок складе:

$$259\,523,2 \div 20 = 12\,976,2 \text{ грн}$$

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Рекомендовані заходи щодо охорони навколишнього середовища

Забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини та охорона навколишнього природного середовища є невід'ємною умовою сталого соціального та економічного розвитку України.

Охорона навколишнього середовища на виробництві охарактеризується комплексом вжитих заходів, основним напрямком яких є попередження негативних впливів діяльності виробництва на довкілля та навколишнє середовище, та забезпечення безпечних та сприятливих умов праці.

Для охорони довкілля та навколишнього середовища на виробництвах проводяться заходи для зниження рівня забруднень:

- виявлення, оцінка, постійний контроль та обмеження викиду шкідливих елементів в атмосферу;
- розробка нормативно-правових актів та комплексу природоохоронних заходів [9].

Крім екологічної безпеки на виробництві не менш важливою є і безпека життєдіяльності. Безпекою життєдіяльності є комплекс технічних і організаційних заходів, що запобігатимуть негативним впливам виробничих факторів на робітників. Окрім техніки безпеки праці працівники повинні дотримуватися нормативів та правил з технічних вимог підприємства, й також підтримувати мікроклімат на робочому місці та санітарно-гігієнічні норми.

Всі правила та норми робочої та екологічної безпеки мають бути визначеними і зафіксованими в певному документі. Екологічний паспорт має містити загальні відомості про виробництво, сировину, що використовується, опис технологічних схем створення основних видів продукції, схеми очищення викидів у повітря та стічних воді, їхні характеристики після очищення; а також дані про тверді та інші відходи. [11]

6.2 Вплив виробництва антоціанового порошку на довкілля

Основні наукові та актуальні з точки зору практики проблеми, що потребують вирішення:

1. екологічна проблема забруднення навколишнього середовища токсичними зливами і т.д.;
2. проблема токсичності розчинників, що зазвичай використовуються для екстракції антоціанів;
3. проблема підбору оптимальних умов екстракції для кращого вилучення антоціанів.

Консервні виробництва активно використовують в своїй технології як сировину свіжі ягоди журавлини, горобини, винограду тощо. В результаті діяльності цих виробництв близько 30-50% відсотків сировини є відходами (вичавки, насіння, шкірка ягід), що є не екологічним та економічним виходом. Вторинна переробка вичавок ягід в антоціановий барвник може стати варіантом вирішення цієї проблеми.

Виробництво антоціанового порошку з вичавок журавлини є ресурсо-зберігаючим та практично безвідходним. Вихідними продуктами процесу екстрагування, що необхідний для вилучення «зеленим» розчинником антоціанів з вичавок, є: екстракт з антоціанами, що необхідний для подальших процесів; шрот, що в подальших процесах не використовується, який можна також вторинно використовувати в інших виробництвах, наприклад, для вироблення корму для тварин тощо.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно зі ст. 15 Закону України «Про охорону праці», служба охорони праці обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб відповідно до Типового положення про службу охорони праці. Також має бути розроблене Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права працівників.

Обов'язок роботодавця – затвердити документи, які передбачені ст. 13 Закону України «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці. У тому числі про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах. [44]

Згідно з Настановою Міністерства охорони здоров'я України СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020 є основні вимоги до персоналу, до приміщень, до виробничих зон та до зон контролю якості.

Вимоги до персоналу:

- При влаштуванні на роботу кожен повинен пройти медичний огляд. Виробник відповідає за наявність інструкцій, відповідно до яких забезпечується його інформування про такий стан здоров'я співробітників, який може вплинути на якість продукції. Після першого медичного огляду подальші проводяться періодично N, а також у тих випадках, коли це необхідно для роботи або здоров'я персоналу.

- Мають бути вжиті заходи, які б гарантували, наскільки це можливо, щоб жоден співробітник з інфекційним захворюванням або відкритими ранами на відкритих ділянках тіла не був зайнятий у виробництві лікарських засобів.

- Кожна особа, яка входить у виробничі зони, повинна носити захисний одяг, що відповідає виконуваним нею операціям. [44]

- Має бути заборонено їсти, пити, жувати або палити, а також зберігати їжу, напої, тютюнові вироби або особисті лікарські засоби у виробничих зонах і зонах зберігання. Взагалі, мають бути заборонені будь-які дії, що порушують гігієнічні вимоги усередині виробничих зон або в будь-якій іншій зоні, якщо вони можуть негативно вплинути на продукцію.

- Слід уникати прямого контакту між руками оператора і відкритою продукцією та будь-якою частиною обладнання, що контактує з продукцією.

- Персонал повинен бути навчений правилам застосування засобів для миття рук. [44]

- Будь-які специфічні вимоги до виробництва особливих груп продукції, наприклад, стерильних препаратів, описані в додатках до цієї настанови.

Загальні вимоги до приміщень:

- Навколишнє середовище приміщень, з огляду на всі заходи для захисту виробництва, має становити мінімальний ризик у плані контамінації матеріалів або продукції. [28]

- Приміщення слід бережно експлуатувати й обслуговувати, гарантуючи, що ремонт і експлуатація не будуть становити ніякої небезпеки для якості продукції. Приміщення слід прибирати і дезінфікувати відповідно до докладних письмових методик.

- Освітлення, температура, вологість і вентиляція мають бути відповідними і не мають чинити несприятливого впливу (прямого або непрямого) ні на лікарські засоби під час їхнього виробництва і зберігання, ні на точність функціонування обладнання.

- Приміщення мають бути спроектовані й оснащені таким чином, щоб забезпечувати максимальний захист від проникнення в них комах або тварин.

- Необхідно вжити заходи, що запобігають входу у приміщення сторонніх осіб. Зони виробництва, зберігання і контролю якості не слід використовувати як прохідні для персоналу, який у них не працює. [44]

Вимоги до виробничих зон:

- За допомогою відповідної конструкції та експлуатації виробничих технічних засобів має бути попереджена перехресна контамінація всієї продукції.

- Оптимально, щоб планування приміщень було проведене відповідно до логічної послідовності операцій виробничого процесу і необхідних рівнів чистоти.

- Там, де вихідна сировина і первинні пакувальні матеріали, проміжна або нерозфасована продукція можуть підлягати впливу навколишнього середовища, внутрішні поверхні (стіни, підлога і стеля) мають бути гладенькими, без щілин і тріщин на стиках, а також легко й ефективно очищатися і при необхідності дезінфікуватися; від них не мають відокремлюватися частки.

- Трубопроводи, освітлювальні прилади, вентиляційні установки й інші системи обслуговування мають бути спроектовані й розташовані таким чином, щоб не було заглиблень, що утруднюють очищення. По можливості, доступ до них для обслуговування має бути поза виробничими зонами. [44]

- Стоки мають бути відповідних розмірів і обладнані для запобігання зворотному потоку. По можливості слід уникати відкритих зливальних жолобів; якщо вони необхідні, то мають бути неглибокими для полегшення очищення і дезінфекції.

- Виробничі зони слід ефективно вентилювати; в них мають бути засоби для контролю параметрів повітря (включаючи температуру і, де необхідно, вологість і фільтрацію) відповідно до оброблюваної продукції, проведених операцій і зовнішнього навколишнього середовища.

- Зважування вихідної сировини звичайно слід здійснювати в окремій кімнаті, призначеній для цього.

- У тих випадках, коли відбувається утворення пилу (наприклад, під час відбору проб, зважування, змішування і виробничих операцій, пакування сухої продукції), необхідно вжити спеціальні застережні заходи з метою запобігання перехресній контамінації та полегшення очищення.

- Приміщення для пакування лікарських засобів мають бути спеціально спроектовані й розташовані таким чином, щоб уникнути плутанини або перехресної контамінації.

- Виробничі зони мають бути добре освітлені особливо там, де проводиться візуальний контроль.

- Контроль у процесі виробництва можна проводити у виробничій зоні, якщо це не створює ризику для технологічного процесу. [44]

Вимоги до зони контролю якості:

- Як правило, лабораторії з контролю якості мають бути відокремлені від виробничих зон. Це особливо важливо для лабораторій з контролю біологічних і мікробіологічних препаратів, а також радіоізотопів, які мають бути також відокремлені одна від одної.

- Контрольні лабораторії мають бути спроектовані таким чином, щоб відповідати операціям, що в них проводяться. Щоб уникнути плутанини і перехресної контамінації вони мають бути достатньо просторими. Необхідно виділити відповідні та придатні площі для зберігання зразків і протоколів.

- У лабораторіях, де працюють зі специфічними субстанціями, такими як біологічні і радіоактивні зразки, необхідно встановити спеціальні вимоги.

ВИСНОВКИ

1. Під час виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури, розглянуто характеристику сировини, а саме журавлини. Описано характеристику антоціанів, методи їх отримання шляхом екстрагування та очищення антоціанового екстракту. Наведено основні вимоги до антоціанів як добавки та переваги застосування добавки E163 в харчовій та косметичній промисловості.

2. Охарактеризовано вихідну сировину, опрацьовано характеристику та методи дослідження екстрактів. Наведено обладнання, що використовувалось та описано методику проведення досліджень.

3. Опрацьовано результати експериментальних дослідів, а саме описано методику отримання екстрактів та методи дослідження фізико-хімічних характеристик. Наведено результати досліджень, з яких доведено, що 1%-ий розчин лимонної кислоти є найбільш оптимальним розчинником для екстрагування антоціанів з вичавок журавлини. Також, з опрацьованих результатів, можна зробити висновок, що найоптимальнішими є умови екстрагування 40 хв та 40°C. Розроблено математичну модель процесу екстракції антоціанів з журавлини.

4. Розроблено принципову схему виробництва антоціанового порошку з вичавок журавлини, розраховано матеріальний баланс виробництва потужністю 100 кг на добу, підібрано основне технологічне обладнання, та в результаті отриманих розрахунків та опрацьованої літератури розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва.

5. Розраховано техніко-економічної ефективності та встановлено, що рентабельність виробництва 10%, а вартість готово продукції (мішок антоціанового порошку вагою 5 кг) 12 976,2 грн.

6. Наведені заходи щодо охорони навколишнього середовища та вплив виробництва на довкілля. Запропоновано заходи з охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кепін М.І. Моделювання процесу переробки плодів кісточкових культур у свіжому стані на перфорованій поверхні в полі відцентрових сил / М.І.Кепін // Харчова наука і технологія.– № 10. – 2016. – С.66-72.

2. ДСТУ 7040:2009. Фрукти, овочі та продукти їх переробляння, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні. Готування проб до лабораторних аналізів. – Введ. 2007–01–01. – М.: Изд-во стандартів, 2006. – 8 с.

3. ДСТУ ISO 18451-2:2019 Пігменти, барвники та наповнювачі. Термінологія. Частина 2. Класифікація барвних речовин за колористичними та хімічними особливостями. [Чинний від 01.07.2019]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2019.

4. Anthocyanin Retention of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) Juice Subjected to Different Nanofiltration Conditions / K. Ah-Hen et al. *Journal of Chemistry*. 2017. Vol. 2017. P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.1155/2017/7209243> (дата звернення 31.12.2023)

5. Brown P. N., Shipley P. R. Determination of Anthocyanins in Cranberry Fruit and Cranberry Fruit Products by High-Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection: Single-Laboratory Validation. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*. 2011. Vol. 94, no. 2. P. 459–466. URL: <https://doi.org/10.1093/jaoac/94.2.459> (дата звернення 29.12.2023)

6. Extraction and purification of anthocyanins: A review / J. Tan et al. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022. Vol. 8. P. 100306. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100306> (дата звернення 31.12.2023)

7. Optimization ultrasound-assisted extraction of anthocyanins from cranberry using response surface methodology coupled with genetic algorithm and identification anthocyanins with HPLC-MS 2 / H. Xue et al. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. Vol. 45, no. 7. URL: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15378> (дата звернення 30.12.2023)

8. Математико-статистичні методи досліджень [Електронний ресурс]: метод. рекомендації до практичних занять для студ. освітнього ступеня «Магістр»

спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання. / уклад. Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова, Ю.В. Запорожець. – К.: НУХТ, 2017. – 144 с.

9. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води : Навчальний посібник / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". – 2007. – 152 с.

10. Шеремет О. О. Екологічно-економічна ефективність переробки вторинної сировини харчової промисловості / О. О. Шеремет, О. М. Кривчун // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 33. – С. 121-122.

11. Ростовський, В.С. Прогресивні ресурсозберігаючі технології в харчовій промисловості. Навчальний посібник / В.С. Ростовський, Н. В. Олейник. – К.: Кондор, 2009. – 134 с.

12. Тимчак В.С. Ефективність інновацій комплексного використання відходів харчової промисловості: дис... канд. економ. наук, 08.00.03 / Житомир: ЖНАУ. – 2016. – 205 с

13. Порошок з вичавків ягід калини в технології виробництва пшеничного хліба / О. І. Сиза, О. М. Савченко, І. М. Журок, М. В. Дорожинська // Технічні науки та технології. – № 4 (10). – 2017

14. Torti S. D., Dearing M. D., Kursar T. A. Extraction of phenolic compounds from fresh leaves: A comparison of methods. *Journal of Chemical Ecology*. 1995. Vol. 21, no. 2. P. 117–125. URL: <https://doi.org/10.1007/bf02036646> (дата звернення 31.12.2023)

15. Urbstaite R., Raudone L., Janulis V. Phylogenotypic Anthocyanin Profiles and Antioxidant Activity Variation in Fruit Samples of the American Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Aiton). *Antioxidants*. 2022. Vol. 11, no. 2. P. 250. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox11020250> (дата звернення 31.12.2023)

16. Anthocyanins: A comprehensive review of their chemical properties and health effects on cardiovascular and neurodegenerative diseases / R. Mattioli, A. Francioso, L. Mosca, P. Silva // *Molecules*. – 2020. – No. 25 (17). – P. 3809.

17. Chemical studies of anthocyanins: A review / A. Castañeda-Ovando, M. de Lourdes PachecoHernández, M. E. Páez-Hernández [et al.] // *Food Chem.* – 2009. – 113. – P. 859–871.

18. Ahmed N. U. Anthocyanin biosynthesis for cold and freezing stress tolerance and desirable color in *Brassica rapa* / N. U. Ahmed // *Funct. Integr. Genomics.* – 2015. – No. 15 (4). – P. 383–394.

19. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits / H. E. Khoo, A. Azlan, S. T. Tang, S. M. Lim // *Food Nutr. Res.* – 2017. – No. 61. – P. 1361779.

20. He J. Anthocyanins: Natural colorants with healthpromoting properties / J. He, M. M. Giusti // *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* – 2010. – No. 1. – P. 163–187.

21. Rana Nassour. Anthocyanin pigments: Structure and biological importance / Nassour Rana, Ayash Abdulkarim, Al-Tameemi Kanaan // *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences.* – 2020. – No. 13 (4). – P. 45–57.

22. ДОСЛІДЖЕННЯ АНТОЦΙΑНІВ ЖИМОЛОСТІ БЛАКИТНОЇ ПЛОДІВ / І. С. Бурлака та ін. *Medical and Clinical Chemistry.* 2021. № 1. С. 75–79. URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2021.i1.12111> (дата звернення 31.12.2023)

23. Кузьмак І. П. АНТОЦΙΑНИ Й АНТОЦΙΑНІДИНИ ЯК КОМПОНЕНТИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ: БІОХІМІЯ ТА ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ. *Medical and Clinical Chemistry.* 2022. № 4. С. 111–124. URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2021.i4.12746> (дата звернення 30.12.2023)

24. ПЕРСПЕКТИВИ ОТРИМАННЯ АНТОЦΙΑНОВИХ БАРВНИКІВ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. *Scientific Bulletin of PUET: Technical Sciences.* 2022. № 1. URL: <https://doi.org/10.37734/10.37734/2518-7171-2021-1-2> (дата звернення 30.12.2023)

25. Kuznetsova V. Y., Kyslychenko V. S., Sushchuk N. A. Дослідження антоціанів лушпиння цибулі ріпчастої. *Medical and Clinical Chemistry.* 2018. № 1.

URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2018.v0.i1.8840> (дата звернення 29.12.2023)

26. Функції та властивості антоціанів рослинної сировини /А. М. Макаревич, А. Г. Шутова, Є. В. Спиридович, В. Н. Решетников // Праці БДУ. - 2010. - Т. 4, Вип. 2. - С. 1-11.

27. Державна Фармакопея України: в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Харків, 2015. – Т.1. – 1135 с.

28. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: [Електронний ресурс] конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161«Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання/ Г.Ф.Ємцева. Київ: НУХТ, 2021, 144 с. №44.188-03.06.2021.

29. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: [Електронний ресурс]:методичні рекомендації до вивчення дисципліни, проведення практичних занять та виконання контрольної роботи для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161«Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад. Г.Ф.Ємцева. Київ: НУХТ, 2020. 96 с. № 44.147 -04.02.2020.

30. Сухенко В. Ю., Житнецький І. В., Прохоров О. М. Технологічне обладнання фармацевтичних та мікробіологічних виробництв : конспект лекцій з дисципліни «Технологічне обладнання фармацевтичних та мікробіологічних виробництв» для студентів спеціальності 7.090226 "Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості" напряму 0902 "Інженерна механіка" денної форми навчання та дисципліни «Устаткування галузі» для студентів спеціальності 6.091600 "Біотехнологія" денної та заочної форм навчання. Ч. 1. Виготовлення твердих лікарських форм. Київ : НУХТ, 2008. 90 с.

31. Антоціани ягідних плодів та їх захисний ефект в пошкодженні плазмідної ДНК / V. Sedlák та ін. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія*

Біологія. 2019. № 46-47. URL: <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2019.46-47.48-53> (дата звернення: 24.05.2023).

32. Kryzhak L. Виділення антоціанів (пігментів) методом оптимального підбору екстракції кліторії трійчастої (*clitoria ternatea*) (Kryzhak L. M. Isolation of Anthocyanins (Pigments) by the Method of Optimal Selection of Clitoria ternatea Extraction). *SSRN Electronic Journal*. 2022. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4223020> (дата звернення: 22.05.2023).

33. Кравченко Г. Б., Красільнікова О. А. Вивчення антиоксидантної активності поліфенольного екстракту з листя журавлини. *NEW TRENDS AND UNRESOLVED ISSUES OF PREVENTIVE AND CLINICAL MEDICINE*. 2020. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-2.21> (дата звернення: 24.05.2023).

34. Trends in the new generation of green solvents in extraction processes / P. Janicka et al. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2022. P. 100670. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100670> (date of access: 16.05.2023).

35. Alrugaibah M., Yagiz Y., Gu L. Use natural deep eutectic solvents as efficient green reagents to extract procyanidins and anthocyanins from cranberry pomace and predictive modeling by RSM and artificial neural networking. *Separation and Purification Technology*. 2021. Vol. 255. P. 117720. URL: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117720> (date of access: 16.05.2023).

36. Alternative Extraction and Downstream Purification Processes for Anthocyanins / A. N. Nunes et al. *Molecules*. 2022. Vol. 27, no. 2. P. 368. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules27020368> (date of access: 16.05.2023).

37. Zannou O., Koca I. Greener extraction of anthocyanins and antioxidant activity from blackberry (*Rubus spp*) using natural deep eutectic solvents. *LWT*. 2022. Vol. 158. P. 113184. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113184> (date of access: 16.05.2023).

38. ДСТУ 5035:2008. Журавлина свіжа. Технічні умови. На заміну ГОСТ 18215-73 ; чинний від 2009-01-01. Вид. офіц. 01.01.2009

39. ДСТУ 8637:2016. Екстракти фруктові та ягідні. Технічні умови. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. 31.05.2016.

40. Визначення вмісту антоціанів і танінів у аронії чорноплідної плодах / О. V. Krivoruchko та ін. *Medical and Clinical Chemistry*. 2018. № 1. URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2018.v0.i1.8756> (дата звернення: 24.05.2023).

41. Кравченко Г. Б., Красільнікова О. А. Вивчення антиоксидантної активності поліфенольного екстракту з листя журавлини. *NEW TRENDS AND UNRESOLVED ISSUES OF PREVENTIVE AND CLINICAL MEDICINE*. 2020. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-81-5-2.21> (дата звернення: 24.05.2023).

42. Kuznetsova V. Y., Kyslychenko V. S., Sushchuk N. A. Дослідження антоціанів лушпиння цибулі ріпчастої. *Medical and Clinical Chemistry*. 2018. № 1. URL: <https://doi.org/10.11603/mcch.2410-681x.2018.v0.i1.8840> (дата звернення: 24.05.2023).

43. Кузнєцова В. Ю. Фармакогностичне дослідження джерел фенілпропаноїдів та розробка лікарських засобів на їх основі для лікування захворювань сечостатевої системи : автореф. дис. ...д-ра фармацевт. наук. Харків, 2020.-С.133-145.

44. Настанова СТ-Н МОЗУ 42-4.9:2020 «Лікарські засоби. Належна виробнича практика. Спеціальні правила належної виробничої практики лікарських засобів передової терапії», Київ, Міністерство охорони здоров'я України, 2020 р. URL: (<https://compendium.com.ua/uk/clinical-guidelines-uk/standartizatsiya-farmatsevtichnoyi-produktsiyi-tom-3/st-n-mozu-42-4-9-2020/>)

Оптична густина водного екстракту

11/9/2023 5:21:40 PM Page 1 of 1

Agilent 21-CFR-11 package active

Yuzya-Pharm

Advanced Reads Report

on DESKTOP-J5BAFR6 at Local time: 11/9/2023 5:19:21 PM GMT; 11/9/2023 3:19:21 PM by Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko = Kononenko Mariia
Serial Number: G6860A MY15040006;

Report time: 11/9/2023 5:19:38 PM

Method:

Batch name: DESKTOP-J5BAFR6\SQLXPRESS\VAIMDB_20230811(000)\optychna gustyna 2v.BAB

Application: Advanced Reads 5.1.3.1042

Operator: Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko (Kononenko Mariia)

Instrument Settings

Instrument: Cary 60

Instrument version no.: 2.00

Wavelength (nm): 528.0

Ordinate Mode: Abs

Ave Time (sec): 0.1000

Replicates: 3

Sample averaging: OFF

Zero Report

Read: Abs (528.0 nm)

Zero: 0.1302

Analysis

Collection time: 11/9/2023 5:19:38 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Sample 1v					0.8795
					0.8800
		0.8799	0.0004	0.05	0.8803
Sample 2v					0.8831
					0.8838
		0.8836	0.0004	0.05	0.8838
Sample 3v					0.8964
					0.8968
		0.8964	0.0004	0.04	0.8960

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Оптична густина підкиленого водного екстракту

11/9/2023 5:17:35 PM Page 1 of 1

Agilent 21-CFR-11 package active

Yuriya-Pharm

Advanced Reads Report

on DESKTOP-J5BAFR6 at Local time: 11/9/2023 5:14:41 PM GMT: 11/9/2023 3:14:41 PM by Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko = Kononenko Mariia
;Serial Number: G6860A MY15040006;

Report time: 11/9/2023 5:15:52 PM

Method:
Batch name: DESKTOP-J5BAFR6\SQLXPRESS\VAIMDB_20230811(000)\optychna gustyna 1k.BAB
Application: Advanced Reads 5.1.3.1042
Operator: Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko (Kononenko Mariia)

Instrument Settings

Instrument: Cary 60
Instrument version no.: 2.00
Wavelength (nm): 528.0
Ordinate Mode: Abs
Ave Time (sec): 0.1000
Replicates: 3
Sample averaging: OFF

Zero Report

Read: Abs (528.0 nm)
Zero: 0.1288

Analysis

Collection time: 11/9/2023 5:15:52 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Sample 1k					1.5316 1.5330
		1.5325	0.0008	0.05	1.5329
Sample 2k					1.5759 1.5786
		1.5779	0.0018	0.11	1.5792
Sample 3k					1.5850 1.5858
		1.5855	0.0004	0.03	1.5857

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Оптична густина водно-спиртового екстракту

11/9/2023 5:26:10 PM Page 1 of 1

Agilent 21-CFR-11 package active

Yuriya-Pharm

Advanced Reads Report

on DESKTOP-J5BAFR6 at Local time: 11/9/2023 5:24:07 PM GMT: 11/9/2023 3:24:07 PM by Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko = Kononenko Mariia
Serial Number: G6860A MY15040006;

Report time: 11/9/2023 5:24:24 PM

Method: DESKTOP-J5BAFR6\SQLXPRESS\VAIMDB_20230811(000)\optychna gustyna 3vs.BAB

Batch name: Advanced Reads 5.1.3.1042

Application: Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko (Kononenko Mariia)

Operator: Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko (Kononenko Mariia)

Instrument Settings

Instrument: Cary 60

Instrument version no.: 2.00

Wavelength (nm): 528.0

Ordinate Mode: Abs

Ave Time (sec): 0.1000

Replicates: 3

Sample averaging: OFF

Zero Report

Read: Abs (528.0 nm)

Zero: 0.1319

Analysis

Collection time: 11/9/2023 5:24:24 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Sample 1vs					0.3270
					0.3268
Sample 2vs		0.3269	0.0001	0.04	0.3270
					0.3296
Sample 3vs		0.3296	0.0001	0.02	0.3297
					0.3303
					0.3304
		0.3304	0.0001	0.03	0.3305

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Показник заломлення водного екстракту

Yuria Pharm LLC
Kobzarska 108
Cherkassy
Ukraine



Anton Paar Abbemat 350 - Результаты измерения:

Версия программного обеспечения: 5.30.22412.20
Abbemat серийный номер: 28669906

Информация об образце:

- Уникальный Id образца: 16114
- Дата: 11/9/2023
- Время: 5:36:03 PM
- Название образца: Pokaznyk zalomlenia 2v
- Пользователь: Kononenko Mariia
- Статус ошибка образца: нет ошибки

Результат измерения:

Номер суб-измерения	Уникальный Id образца	Время	Показатель преломления	Температура RI
			[nD]	[°C]
1	16115	5:34:54 PM	1.33375	20.00
2	16116	5:35:15 PM	1.33376	20.00
3	16117	5:35:40 PM	1.33377	20.00
4	16118	5:36:02 PM	1.33376	20.00
среднее число	16114	5:36:03 PM	1.33376	20.00
станд. откл.			0.000007	0.0000

Информация GxP :

- Последняя настройка одной / двух точек: 6/14/2021 3:24:18 PM у Administrator
- Последняя проверка (Water Check): 11/9/2023 5:28:25 PM у Kononenko Mariia - Прошёл
- Последняя проверка (3.4_UMTS_RI 05/2): 9/8/2023 3:57:49 PM у Pedchenko Olha - Not passed
- Последняя проверка (UMTS check): 6/14/2021 3:40:18 PM у Administrator - Прошёл

Показник заломлення підкисленого водного екстракту

Yuria Pharm LLC
Kobzarska 108
Cherkassy
Ukraine



Anton Paar Abbemat 350 - Результаты измерения:

Версия программного обеспечения: 5.30.22412.20
Abbemat серийный номер: 28669906

Информация об образце:

- Уникальный Id образца: 16109
- Дата: 11/9/2023
- Время: 5:31:46 PM
- Название образца: Pokaznyk zalomlenia 1k
- Пользователь: Kononenko Mariia
- Статус ошибка образца: нет ошибки

Результат измерения:

Номер суб-измерения	Уникальный Id образца	Время	Показатель преломления	Температура RI
			[nD]	[°C]
1	16110	5:30:44 PM	1.33499	20.00
2	16111	5:31:05 PM	1.33502	20.00
3	16112	5:31:26 PM	1.33504	20.00
4	16113	5:31:46 PM	1.33507	20.00
среднее число	16109	5:31:46 PM	1.33503	20.00
станд. откл.			0.000029	0.0000

Информация GxP :

- Последняя настройка одной / двух точек: 6/14/2021 3:24:18 PM y Administrator
- Последняя проверка (Water Check): 11/9/2023 5:28:25 PM y Kononenko Mariia - Пройёл
- Последняя проверка (3.4_UMTS_RI 05/2): 9/8/2023 3:57:49 PM y Pedchenko Olha - Not passed
- Последняя проверка (UMTS check): 6/14/2021 3:40:18 PM y Administrator - Пройёл

Показник заломлення водно-спиртового екстракту

Yuria Pharm LLC
Kobzarska 108
Cherkassy
Ukraine



Anton Paar Abbemat 350 - Результати вимірювання:

Версія програмного забезпечення: 5.30.22412.20
Abbemat: серійний номер: 28669906

Інформація об образці:

- Унікальний Id образця: 16119
- Дата: 11/9/2023
- Время: 5:40:32 PM
- Названіе образця: Pokaznyk zalomlenia 3vs
- Пользователь: Kononenko Mariia
- Статус ошибка образця: нет ошибки

Результат вимірювання:

Номер суб-вимірювання	Унікальний Id образця	Время	Показатель преломлення	Температура RI
			[nD]	[°C]
1	16120	5:39:23 PM	1.36343	20.00
2	16121	5:39:44 PM	1.36342	20.00
3	16122	5:40:08 PM	1.36342	20.00
4	16123	5:40:32 PM	1.36342	20.00
середнє число	16119	5:40:32 PM	1.36342	20.00
станд. откл.			0.000004	0.0000

Інформація GxP :

- Последняя настройка одной / двух точек: 6/14/2021 3:24:18 PM у Administrator
- Последняя проверка (Water Check): 11/9/2023 5:28:25 PM у Kononenko Mariia - Прошёл
- Последняя проверка (3.4_UMTS_RI 05/2): 9/8/2023 3:57:49 PM у Pedchenko Olha - Not passed
- Последняя проверка (UMTS check): 6/14/2021 3:40:18 PM у Administrator - Прошёл

Оптична густина отриманих зразків

on DESKTOP-J5BAFR6 at Local time: 1/10/2024 5:04:25 AM GMT: 1/10/2024 3:04:25 AM by Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko = Kononenko Maria

Report time 1/10/2024 5:05:41 AM
 Method
 Batch name DESKTOP-J5BAFR6\SQLXPRESS\VAIMDB_20230811(000)\Test opt g BAB
 Application Advanced Reads 5.1.3.1042
 Operator Cary60 Group\Cary60 Project\Kononenko (Kononenko Maria)

Instrument Settings

Instrument Cary 60
 Instrument version no. 2.00
 Wavelength (nm) 528.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Zero Report

Read Abs (528.0 nm)
 Zero 0.1420

Analysis

Collection time 1/10/2024 5:05:41 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
40hv 40°					2.4282
					2.4296
		2.4296	0.0014	0.06	2.4310
20hv 40°					1.1754
					1.1757
50° 30hv		1.1758	0.0005	0.04	1.1764
					2.1165
30° 30hv					2.1135
		2.1148	0.0016	0.07	2.1143
					1.0147
					1.0142
		1.0143	0.0003	0.03	1.0141

Results Flags Legend

R = Repeat reading

Показник заломлення отриманих зразків

Yuria Pharm LLC
Kobzarska 108
Cherkassy
Ukraine



Anton Paar Abbemat 350 - Результаты измерения:
Версия программного обеспечения: 5.30.22412.20
Abbemat серийный номер: 28669906

Информация об образце:

Уникальный Id образца: 18116
 Дата: 1/10/2024
 Время: 5:17:52 AM
 Название образца: Test
 Пользователь: Kononenko Mariia
 Статус ошибка образца: нет ошибки

Результат измерения:

Номер суб-измерения	Уникальный Id образца	Время	Показатель преломления	Температура RI
			[nD]	[°C]
1	18117	5:15:15 AM	1.33532	20.00
2	18118	5:16:07 AM	1.33524	20.00
3	18119	5:16:51 AM	1.33533	20.00
4	18120	5:17:50 AM	1.33504	20.00
среднее число станд. откл.	18116	5:17:52 AM	1.33523	20.00
			0.000116	0.0000

Информация GxP :

Последняя настройка одной / двух точек: 6/14/2021 3:24:18 PM y Administrator
 Последняя проверка (Water Check): 1/9/2024 2:08:00 AM y Tsabenko Viacheslav - Пройёл
 Последняя проверка (3.4 UMTS_RI 05/2): 9/8/2023 3:57:49 PM y Pedchenko Olha - Not passed
 Последняя проверка (UMTS check): 6/14/2021 3:40:18 PM y Administrator - Пройёл

Wednesday, January 10, 2024 printed by Kononenko Mariia Страница 1 из 1