

**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)

«\_\_» червня 2023 р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри ТЖХТ  
Тамара НОСЕНКО  
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«\_\_» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Хімічна технологія

на тему: Технологія отримання стабілізованої форми антоціанів з  
вичавок чорниці

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-13

КОНОВАЛОВА Вікторія Юріївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Керівник ПОДОБІЙ Олена Валеріївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Ігор ЖИТНЕЦЬКИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент Світлана БОНДАРЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Здобувач(ка) \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Хімічна технологія  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Коновалова Вікторія Юріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія отримання стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці

керівник роботи Подобій Олена Валеріївна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “28” 03 2023 року № 196 - КС

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність лінії  
- 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, 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

Лист 3. Загальний вид розпилювальної сушарки, формат аркушу А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	15. 05.2023	09.06.2023

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 15 травня 2023р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	15.05.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-19. 05.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18. 05.2023-23. 05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	24. 05.2023-28. 05.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	29. 05.2023-30. 05.2023	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.05.2023-01.06.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	02.06.2023-04.06.2023	
8	ВИСНОВКИ	04.06.2023-05. 06.2023	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15. 05.2023-05. 06.2023	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	15. 05.2023-30. 05.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18. 05.2023-31. 05.2023	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	05.06.2023-16.06.2023	

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Вікторія КОНОВАЛОВА** \_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Олена ПОДОБІЙ** \_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 77 С., 16 РИС., 25 ТАБЛ., 44 ДЖЕРЕЛ.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технології отримання стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці.

Проведено аналіз щодо властивостей, сфер застосування, існуючих технологій виробництва антоціанів з вичавок чорниці.

Згідно літературних джерел обґрунтовано важливість даної тематики. Розглянуто хімічні властивості антоціанів, їх біологічну активність, зосереджено увагу на антиоксидантних властивостях антоціанів та умовах експлуатації.

Виконано комплексний розрахунок матеріального балансу технології отримання для заданої продуктивності лінії – 100 кг/добу.

Розроблено та виконано креслення принципової технологічної схеми виробництва антоціанового барвника з вичавок чорниці та апаратно-технологічної схеми на основі вітчизняного та зарубіжного досвіду виробництва. Виконаний комплексний підбір обладнання для основних стадій виробництва.

Розрахований тепловий баланс процесу сушіння. Розраховано розпилювальну сушарку. Згідно проведених розрахунків, розміри апарату складаються: висота камери – 9,4 м, діаметр камери – 0,9 м.

Проведена оцінка техніко-економічної ефективності технології виробництва стабілізованої форми антоціанів з викидів чорниці. Результати показали, що рентабельність виробництва становить 10%, а прибуток - 1608,27 грн.

Описано вимоги та методи оцінки якості готового продукту, проведений аналіз впливу на навколишнє середовище запропонованої технології.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АНТОЦΙΑНИ, АНТИОКСИДАнти, ФЛАВОНОЇДИ, ВИЧАВКИ ЧОРНИЦІ, ЕКСТРАКЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ.

## **ABSTRACT**

**EXPLANATORY NOTE:** 77 PAGES, 16 FIGURES, 25 TABLES, 44 REFERENCES.

The present study is dedicated to the development of a technology for obtaining a stabilized form of anthocyanins from blueberry extracts.

An analysis has been conducted on the properties, applications, and existing production technologies of anthocyanins from blueberry extracts.

The importance of this topic has been substantiated according to literary sources. The chemical properties of anthocyanins, their biological activity, with a particular focus on their antioxidant properties and operating conditions, have been examined.

A comprehensive material balance calculation has been performed for the production technology with a specified line capacity of 100 kg/day.

The drafting of the conceptual technological scheme for the production of anthocyanin extract from blueberry extracts and the equipment and technological scheme based on domestic and foreign production experience have been developed and completed. A comprehensive selection of equipment has been made for the main stages of production.

The thermal balance of the drying process has been calculated. A spray dryer has been designed. According to the calculations, the dimensions of the apparatus are as follows: chamber height - 9.4 m, chamber diameter - 0.9 m.

An evaluation of the techno-economic efficiency of the technology for producing a stabilized form of anthocyanins from blueberry waste has been carried out. The results showed that the production profitability is 10%, with a profit of 1608.27 UAH.

The requirements and methods for evaluating the quality of the final product have been described, and an analysis of the proposed technology's impact on the environment has been conducted.

**KEYWORDS:** ANTHOCYANINS, ANTIOXIDANTS, FLAVONOIDS, BLUEBERRY EXTRACTS, EXTRACTION, TECHNOLOGY.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	9
1. 1 Загальні відомості про антоціани .....	9
1. 2 Опис властивостей антоціанів .....	10
1. 2. 1 Хімічні властивості .....	10
1. 2. 2 Біологічні властивості антоціанів.....	12
1. 3 Антоціани як природні харчові барвники .....	13
1. 4 Технології виробництва антоціанів.....	15
1. 4. 1 Вилучення антоціанів з відходів сокового виробництва .....	16
1. 5 Застосування антоціанів .....	19
1. 6 Характеристика продукції.....	21
1. 7 Поширення на території України .....	21
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	22
2. 1 Характеристика вихідної сировини для виробництва.....	22
2. 2 Опис принципово технологічної схеми виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці .....	26
2. 3 Матеріальний розрахунок .....	28
2. 4 Тепловий розрахунок.....	33
2. 5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання .....	35
2. 6 Опис апаратурно-технологічної схеми .....	52
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	55
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	63
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	66
5.1 Охорона праці на підприємстві .....	66
5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	71
ДОДАТКИ.....	77

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.006.КР.ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.			<b>ЗМІСТ</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.					6	77
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М..				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

## ВСТУП

В наш час харчова промисловість як всього світу, так і України, споживає велику кількість харчових барвників. Барвники відносять до найважливіших добавок з точки зору маркетингу, оскільки саме вони впливають на сприйняття, вибір і переваги споживачів. Вважається, що колір може зумовити ринковий успіх чи навіть провал харчового продукту.

Більшість природних барвників мають нестабільність кольору при зберіганні, нагріванні, дії сонячного світла та кисню повітря. Внаслідок цього на початку ХХ століття з'явилися яскраві і стійкі синтетичні барвники, які в більшості випадків витіснили натуральні барвники. Серед синтетичних барвників дуже мало безпечних речовин, таких як азо- і нітросполуки, дифенілметанові сполуки та інші, які несуть ризик для здоров'я. Багато з цих синтетичних барвників є канцерогенами, мутагенами або алергенами.

Ці шкідливі та потенційно небезпечні для здоров'я людей властивості гостро поставили питання про безпеку та гігієнічну оцінку синтетичних барвників, що призвело до появи низки законодавчих документів в цій галузі. В зв'язку з цим стає актуальним обмежене використання у виробництві харчових виробів синтетичних барвників. Тому в сучасному світі існує тенденція з виділення та використання в харчових цілях переважно барвників, що мають природне походження.

**Актуальність даної роботи** полягає в тому, що у сучасному світі великі обсяги побічних продуктів утворюються під час виробництва соків з плодів і ягід, становлячи приблизно 20-30% від загального обсягу. Ці побічні продукти, відомі як вичавки, містять значну кількість біологічно активних речовин. Використання побічних продуктів виробництва соків дозволяє вирішити декілька проблем.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.007.КР.ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.					7	77
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.						
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М..						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

По-перше, це раціональне використання сировини та інших матеріалів, оскільки вичавки є цінним ресурсом, який можна використати в інших галузях або для створення нових продуктів. По-друге, використання побічних продуктів дозволяє знизити втрати на різних етапах переробки, сприяючи сталому виробництву та економічній ефективності.

**Об'єкт дослідження:** технологія виробництва антоціанів з вичавок чорниці.

**Предмет дослідження:** вичавки чорниці, антоціани.

**Метою роботи** є розроблення технології отримання стабілізованої форми антоціанів з відходів чорниці.

**Для реалізації поставленої мети сформовано завдання кваліфікаційної роботи:**

1. Виконати літературний огляд технології виробництва антоціанів з вичавок чорниці.
2. Розробити принципову технологічну схему виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці.
3. Розрахувати матеріальний баланс до кожної стадії виробництва теплової;
4. Виконати раціональний підбір технологічного обладнання для основних стадій виробництва з відповідними параметрами; Провести розрахунок розпилювальної сушарки з урахуванням необхідних характеристик і виконати проектування.
5. На основі вивченого вітчизняного та зарубіжного досвіду розробити апаратурно-технологічну схему виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці.
6. Виконати огляд впливу виробництва на екологію навколишнього середовища та охорону праці. Розрахувати економічну ефективність.

					<b>ВСТУП</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

# РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1. 1 Загальні відомості про антоціани

Антоціани – пігментні речовини, які відносяться до флавоноїдів, що являють собою природні фенольні сполуки і нагромаджуються в усіх органах рослин у формі глікозидів [1, 2, 3, 4].

Споживання антоціану в Європі становить: 19,8 (Нідерланди) – 64,9 мг/день (Італія) (чоловіки) та 18,4 (Іспанія) – 44,1 мг/день (Італія) (жінки) [3].

Антоціани є флавоноїдами, які відповідають за різноманітні привабливі кольори фруктів, квітів і листя від червоного до фіолетового і синього. Антоціани є однією з найважливіших груп природні пігменти, отримані з рослин і добре розчинні у воді [5, 3].

Перші наукові дослідження щодо антоціанових сполук та їхньої хімічної природи були проведені Робертом Бойлем, видатним англійським хіміком. Уже в 1664 році він спостерігав, що під впливом кислот синій колір пелюсток волошки змінюється на червоний, а під впливом луку вони стають зеленими.

Відомий німецький біохімік Ріхард Вільштеттер та його швейцарський колега Артур Штоль, у період з 1913 по 1915 роки, опублікували серію наукових статей, присвячених антоціанам. Вони виділили індивідуальні пігменти з квітів різних рослин та описали їхню хімічну структуру. Виявилось, що антоціани переважно присутні у клітинах рослин у формі глікозидів, а їхні аглікони (базові молекули-попередники), які отримали назву антоціанідинів, переважно пов'язані з цукрами, такими як глюкоза, галактоза та рамноза. За свої дослідження в галузі барвників рослинного походження Ріхард Вільштеттер був удостоєний Нобелівської премії з хімії у 1915 році.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.009.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.					9	77
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М..				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

У 1928 році англійський хімік Роберт Робінсон першим здійснив хімічний синтез антоціанів. А в 1947 році йому була присуджена ця престижна нагорода за його дослідження рослинних продуктів великої біологічної цінності [6, 7, 8].

Ягоди темно-фіолетового і бордового кольору, такі як чорниця, ожина, лохина, чорноплідна горобина, шовковиця, журавлина, чорна смородина, вишня, малина і темні сорти винограду, відзначаються своїм високим вмістом антоціанів і є лідерами за кількістю цих сполук. Багато антоціанів також містяться у баклажанах, буряку, помідорах, червоноголовій капусті, червоному перці та червонолиственному салаті. Навіть "світлі" рослини, такі як картопля, горох, груші, банани та яблука, містять глікозиди антоціанів у невеликих кількостях. Накопичення цих природних "барвників" у плодах сприяють низькі температури та інтенсивне освітлення [6].

## 1. 2 Опис властивостей антоціанів

Відомо більше 500 індивідуальних антоціанових сполук, та кількість їх постійно зростає. Всі вони мають С15-вуглецевий скелет - два бензольні кільця А і В, з'єднані С3-фрагментом, який з атомом кисню утворює  $\gamma$ -піронове кільце (таблиця 1.1) [7, 10].

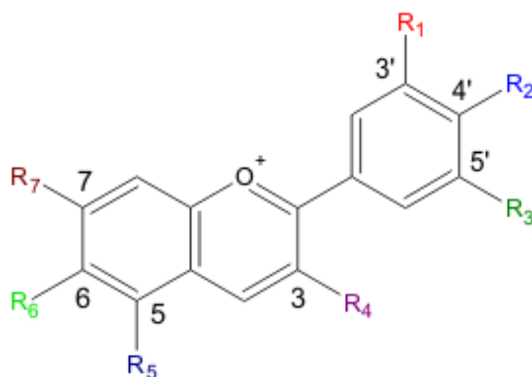
### 1. 2. 1 Хімічні властивості

Таблиця 1. 1

#### Структури основних антоціанідинів

Антоціанідини	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
Аурантинідини	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-OH	-OH
Ціанідин	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Дельфінідин	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
Європінідин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-H	-OH
Лютеолідин	-OH	-OH	-H	-H	-OH	-H	-OH
Пеларгонідин	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Мальвідин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-H	-OH
Пеонідин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Петунідин	-OH	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-H	-OH
Розинідин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OCH <sub>3</sub>

Антоціаніни відносяться до класу флавоноїдів (похідних 2-фенілбензопірана або 2-фенілхромана) і являють собою глікозиди катіонів флавілія – антоціанідинів (рис. 1. 1) [9, 3].



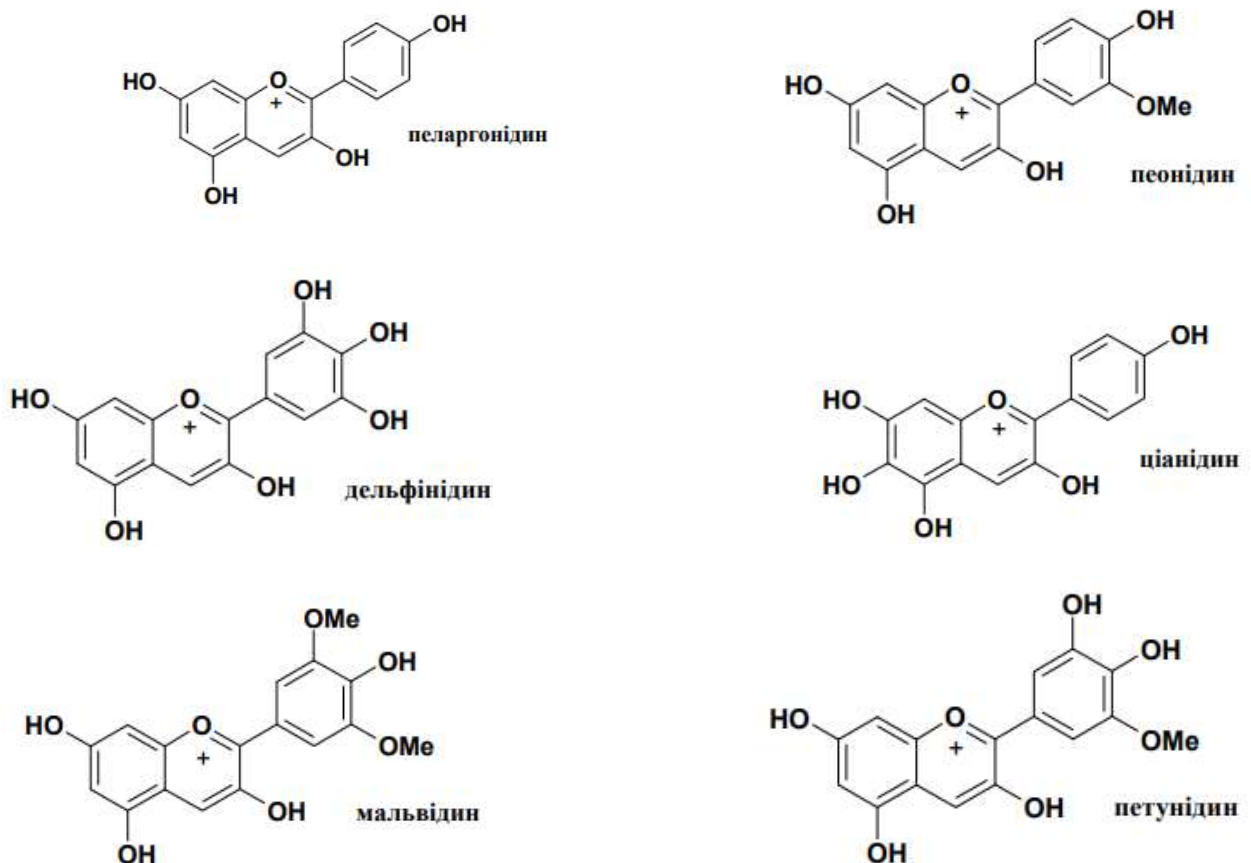
**Рисунок 1. 1 Загальна структура антоціанів**

Серед найпоширеніших антоціанів, що відповідають за забарвлення овочів та фруктів відносяться наступні: ціанідин (пурпурне забарвлення); мальвідин (пурпурне); пеларгонідин (червоно-помаранчове); пеонідин (пурпурно-синє); петунідин (пурпурне); дельфінідин (синє). Хімічні структури пеларгонідину, пеонідину, дельфінідину, ціанідину, мальвідину, петунідину показано на рис. 1. 2 [3].

Антоціани за хімічною природою є глікозильованою формою гідроксита метоксизаміщених похідних 2-фенілхромену (антоціанідинів).

Хімічні властивості обумовлені особливістю будови антоціанів: наявністю ароматичного та піранового кілець, функціональних груп [8].

Для антоціанів відома здатність змінювати своє забарвлення залежно від значення рН середовища. У кислому середовищі (рН <3) вони присутні у розчині у вигляді бензопірилію солей червоного кольору. При підвищенні рН (4-5) відбувається приєднання гідроксильної групи у другому положенні з утворенням безбарвної псевдооснови. При рН 6-7 утворюються феноляти синього кольору. При рН більше 8,0 відбувається розмикання хроменового циклу та утворюється відповідний халкон [1, 7, 3].



**Рисунок 1. 2** Хімічні структури пеларгонідину, пеонідину, дельфінідину, ціанідину, мальвідину, петунідину

Основними методами ідентифікації антоціанів є спектроскопічні, хроматографічні та електрофоретичні [5].

### 1. 2. 2 Біологічні властивості антоціанів

За біологічною ефективністю антоціани схожі на вітамін Р. Вони проявляють бактерицидну дію - можуть знищувати різні види шкідливих бактерій [9].

Антоціани не синтезуються в організмі людини, а можуть надходити лише з їжею. Добова потреба в антоціанах для здорової людини складає не менше 200 мг, під час хвороби, кількість антоціанів в організмі не перевищує 300 мг, оскільки вони не накопичуються, а швидко виводяться з організму. Брак таких глікозидів в організмі людини викликає нервову виснаженість, депресію, занепад сил, зниження імунітету. Для підтримки здоров'я і поліпшення

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

самопочуття дієтологи рекомендують включити в щоденний раціон продукти, що містять антоціани. Вони захищають внутрішні органи від несприятливого впливу навколишнього середовища, знижують психологічну напругу, позитивно впливають на організм в цілому.

Біологічна цінність антоціанів:

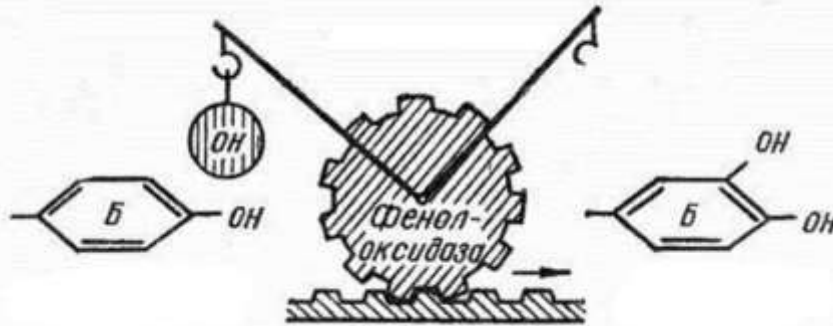
- є сильними антиоксидантами та нейтралізують дію вільних радикалів;
- допомагають при порушеннях серцевої та судинної діяльності;
- гальмують запальні процеси, активізують опір організму канцерогенам, вірусам;
- захищають судини, зменшують ламкість капілярів;
- детоксикують хімічні та забруднюючі речовини;
- збільшують тривалість життя [4, 2].

Антиоксиданти антоціанів зберігають свої властивості при вживанні рослин іншим організмом. Тому овочі та фрукти яскравих кольорів вважаються корисними для організму. Добавка E163, в силу природних властивостей антоціанів, сприяє зменшенню ламкості капілярів, покращує стан сполучних тканин, допомагає запобігти і лікувати катаракту і в цілому сприятливо діє на весь організм. Наразі, усюди по світу проводиться велика кількість наукових досліджень, спрямованих на вивчення впливу антоціанів [3].

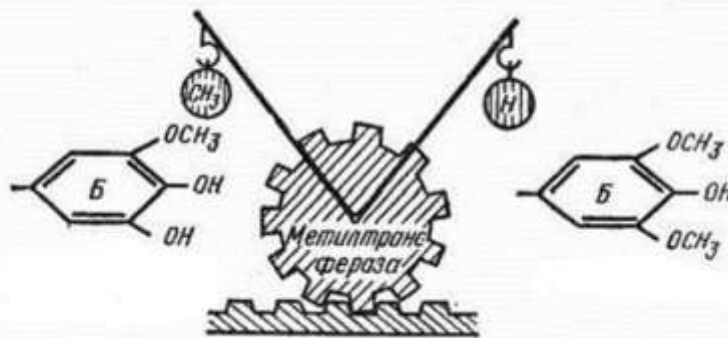
### **1.3 Антоціани як природні харчові барвники**

У який колір забарвлять рослину антоціани, залежить багатьох чинників. В першу чергу забарвлення визначають структура та концентрація антоціанів (вона підвищується в умовах стресу). При цьому блакитний колір зумовлюють гідроксильні групи, а їх метилювання, то є приєднання  $\text{CH}_3$  -груп, що призводить до почервоніння (рис. 1.3 – 1.4) [6].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



**Рисунок 1. 3** Схема гідроксилювання антоціанів, внаслідок чого посилюється їх синя забарвлення



**Рисунок 1. 4** Схема метилювання антоціанів, у результаті посилюється їх червоне забарвлення

Крім того, пігментація залежить від рН у вакуолях, де накопичуються антоціанові з'єднання. Одна і та сама сполука в залежності від зсуву у величині кислотності клітинного соку може набувати різних відтінків. Так, розчин антоціанів у кислій середовищі має червоний колір, у нейтральному - фіолетовий, а в лужному - жовто-зелений.

Отже, яке саме фарбування матиме рослина, залежить від наступних факторів:

- структури та концентрації антоціанів;
- рН у вакуолях, де вони накопичуються;
- наявності копігментів, що стабілізують антоціанове забарвлення;
- можливість утворювати комплекси з різними іонами металів, такими як алюміній, залізо, магній, молібден і вольфрам. Це призводить до зміни їхніх характеристик і властивосте колір на блакитний. У цьому випадку дуже

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

показовим є приклад утворення комплексу антоціанів кореня гірчиці з іонами молібдену;

#### **1. 4 Технології виробництва антоціанів**

В даний час технологія екстракції антоціану чорниці включає екстракцію розчинником, екстракцію ферментами та ультразвукову екстракцію. Різні методи можуть пошкодити внутрішню структуру антоціану в процесі екстракції, і, отже, екстрагований антоціан не може мати максимальну харчову та лікувальну цінність. Саме тому нами було проаналізовано ряд досліджень, щодо вилучення антоціанів з вичавок чорниці. Щоб реалізувати максимальну цінність антоціанів у чорниці, антоціани витягують із великої кількості чорниці за допомогою певного процесу екстрагування та використовують як сировину у фармацевтичному виробництві чи інших підприємствах харчової промисловості [10, 11, 12].

Аналіз літературних джерел показав, що вилучення антоціанів з чорниці включає екстракцію розчинником, ферментативну екстракцію та ультразвукову екстракцію. Різні методи під час екстракції можуть зруйнувати внутрішню структуру антоціанів, і, отже, екстраговані антоціани не можуть мати максимальну поживну та лікувальну цінність. Серед них метод екстракції розчинником є найбільш часто використовуваним методом вилучення антоціанів. Відповідно принципу подібної сумісності, антоціани легко розчиняються у воді та органічних розчинниках, які є звичайними екстракційними агентами, такими як метанол, етанол, ацетон і алкани.

Антоціани краще розчиняються в спиртових розчинах, ніж інші розчинники, тому для екстракції часто використовують етанол або гексанол. Щоб запобігти структурним перетворенням і в нейтральному або лужному середовищі, під час екстракції до спиртового розчину додають певну кількість кислоти для регулювання співвідношення рН. Кислоти, що часто використовуються, це мурашина кислота, оцтова кислота та соляна кислота. Цей метод має переваги простоти експлуатації та низької вартості, але він споживає велику кількість органічних розчинників, що створює велику

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

кількість відходів і призводить до забруднення навколишнього середовища. Ферменти можуть м'яко впливати на рослинні клітини, викликаючи розпушення, набухання та деградацію клітинних стінок і міжтканинних структур [2].

Антоціани часто стикаються з проблемами поганої стабільності та легкої взаємодії з іншими компонентами в процесі екстракції. Якщо можна вибрати більш м'який метод екстракції з вищою швидкістю екстракції, вищезазначені проблеми можна вирішити. Для вилучення антоціанів із природних рослинних ресурсів зазвичай використовується кілька методів, включаючи органічні розчинники, надкритичну рідину, екстракцію за допомогою ферментів та методи рідинної екстракції під Тривалими методами можуть спричинити надмірне споживання розчинників і забруднення навколишнього середовища і виробничі витрати часто можуть обмежувати застосування цих процедур у харчовій промисловості [15, 16].

#### **1. 4. 1 Вилучення антоціанів з відходів сокового виробництва**

Поліфенольні речовини, такі як антоціани, які містяться у фруктах у невеликих кількостях, мають значний вплив на колір свіжих та консервованих продуктів.

Одним зі способів покращення кольору фруктово-ягідних консервів є застосування природних барвників, які можуть бути отримані з відходів сокового виробництва, наприклад, з вишневих, чорносмородинових вичавок та інших темно-забарвлених плодів. Основними етапами процесу отримання барвника з відходів виробництва фруктових соків є наступні:

- Зберігання вичавок перед екстракцією.
- Екстракція.
- Концентрування отриманих екстрактів.
- Зберігання концентрованих витяжок. [5].

Відходи, що утворюються при виробництві соків з дикорослої сировини використовують для подальшої переробки на харчові продукти, тому що характеризуються високим вмістом БАР, які володіють антиоксидантними

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

властивостями. Вторинні продукти, які отримували з вичавок горобини чорноплідної та чорниці були у вигляді водних та водно-спиртових екстрактів і харчових порошоків. Дослідженні статті процесів екстрагування показали, що найбільш ефективним є використання водноспиртового екстрагенту, який дозволяє найбільш повно вилучити біологічно активні речовини. На основі виконаного огляду літератури можна встановили оптимальні параметри екстрагування вичавок. Максимальне вилучення біологічно активних компонентів із вичавок горобини чорноплідної та чорниці досягається при екстрагуванні водно-спиртовим розчином з об'ємною часткою спирту 60 % (таблиця 1. 2).

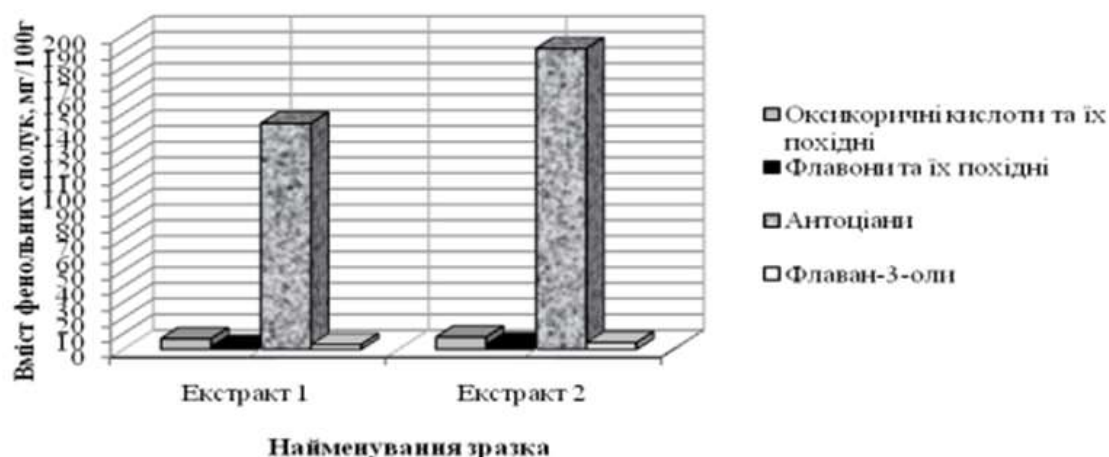
Таблиця 1. 2

**Фізико-хімічні показники водно-спиртових екстрактів з вичавок дикорослої сировини**

Найменування зразка	Масова частка, %		Масова концентрація, мг/дм <sup>3</sup>		
	сухих речовин	титрованих кислот	Л-аскорбінової кислоти	барвних речовин	фенольних речовин
Екстракт з вичавок чорниці	6,00	0,64	110,00	3880,00	4800,00

Екстракти характеризуються високим вмістом барвних та фенольних сполук, що свідчить про доцільність їх використання у харчовій промисловості для збагачення продуктів харчування і, зокрема для заміни штучних барвників у кондитерській промисловості [11, 12].

Аналіз фракційного складу фенольних речовин свідчить, що у екстрактах високий вміст антоціанових речовин, який дає змогу використання екстракту у якості природного барвника (рис. 1. 5).



**Рисунок 1. 5 Співвідношення груп фенольних речовин в екстрактах з вичавок чорниці**

Для максимального вилучення флавоноїдних сполук з вичавок сировини проводили їх екстрагування водно-спиртовими розчинами. Встановлено, що найефективніше вилучення фенольних сполук досягається при гідромодулі 1,00:0,75 та використанні для екстрагування водно-спиртових розчинів з об'ємною часткою етилового спирту 60 % [6].

*Таблиця 1. 3*

**Фракційний склад фенольних сполук в соках та концентратах поліфенолів чорниці, мг/дм<sup>3</sup>**

Найменування зразка	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоони та їх похідні	Антоціани	Флаванолі	Сума флавоноїдів
Сік з чорниці	233,00	30,00	6411,00	40,00	6481,00
Водно-спиртовий екстракт вичавок чорниці	153,40	36,10	3553,40	26,40	3615,90
Харчовий концентрат поліфенолів чорниці 30 % с.р.)	513,20	124,90	11000,60	72,60	11198,10

Результати досліджень (табл. 1.3) підтверджують, що у харчовому концентраті ідентифіковані всі групи фенольних речовин, які виявлені в ягодах чорниці. Максимальну частку (94,4 %) у всіх зразках становлять антоціани. В процесі виробництва харчового концентрату в найбільшій мірі втрачаються флаван-3-оли (18,2 % від їх вмісту у вихідному концентраті). В меншій мірі втрачаються оксикоричні кислоти ( 9,3 %), флавони (11,3 %) та антоціани (13,8 %) в порівнянні з вихідним концентратом [1]

### **1. 5 Застосування антоціанів**

Антоціанові барвники застосовують у харчовій промисловості (E163), в косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловості [1].

Однак низька стабільність антоціани все ще є перешкодою для їх використання Антоціани є більш стабільний в кислих умовах. При рН 1,0 катіони флавілію є переважаючими видами і сприяють розвитку фіолетових і червоних пігментів, тоді як при рН 2,0–4,0 синій хіноїд переважає. Коли значення рН досягає 7,0, антоціани зазвичай розкладаються.

У харчовій промисловості антоціани застосовуються як безпечні натуральні харчові барвники E163 (енобарвники).

Надають забарвлення кондитерським виробам, безалкогольним та слабоалкогольним напоям, консервованим фруктам, джемам, конфітюрам, соусам, майонезам, певним видам твердих сирів, а також молочним (йогурт, морозиво) і м'ясним продуктам.

В Україні сьогодні спостерігається висока насиченість ринку кондитерських продуктів, що досягло свого піку. За статистичними даними їх власний виробіток в Україні за 2012 рік склав 950 тис. т, а також додатково обсяг імпорту кондитерських виробів - 19,7 тис. т. Очевидно, що реалізація експортного потенціалу є стратегічним завданням галузі . Світові тенденції споживання все більше спрямовані на харчові продукти, які мають не тільки високі смакові та естетичні властивості, але й натуральне походження, біологічну цінність, відсутність шкідливих добавок. Тому важливою проблемою виробництва є також необхідність заміни штучних барвників [2].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Однією з умов ефективного застосування антоціанів як фізіологічно-функціонального інгредієнту у складі харчових систем є збереження їхньої біологічної активності в процесі виробництва і при зберіганні. Максимальну антиоксидантну активність антоціанові пігменти проявляють за нейтральних значень рН. Однак енобарвники є лабільними сполуками, оскільки легко піддаються структурним деформаціям у присутності кисню повітря, зміні рН середовища, підвищенні температури, опромінюванні, дії ферментів, комплексоутворенні з іонами К, Mg і Са, що в результаті знижує їхню фізіологічну дію [12].

Тому актуальним питанням є пошук способів підвищення стабільності антоціанів зі збереженням їхньої біологічної активності.

Забезпечення збереження, а також підвищення фізіологічної активності сполук, чутливих до зовнішніх впливів, досягається зазвичай шляхом застосування допоміжних речовин – стабілізаторів. Раціональний підбір стабілізатору дозволяє отримувати високоякісні та високоефективні функціональні харчові інгредієнти

Фармацевтичні підприємства задіяли барвник у виробництві лікарських засобів, вітамінів та біологічно активних добавок. У виготовленні кремів від засмаги було використано властивість антоціанів протистояти шкідливій дії ультрафіолету.

Косметична промисловість використовує харчову добавку Е 163 як один із складових компонентів антивікової косметики. Антоціани тонізують шкіру, є природними колагенами.

Здібністю антоціанів поглинати світло скористалися виробники сонячних батарей. Добавку застосовують для фарбування органічного джерела електроенергії.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 1. 6 Характеристика продукції

Властивості антоціанів представлені в табл. 1. 4 [14].

Таблиця 1. 4

### Властивості харчової добавки E 163

<b>колір</b>	червоно-фіолетовий
<b>склад</b>	екстракт з вичавок плодів
<b>зовнішній вигляд</b>	рідкий екстракт, порошок, паста
<b>запах</b>	легкий специфічний запах з фруктовими і ягідними нотками розчинність добре розчинний у воді
<b>Частка барвників</b>	100%
<b>в'язкість</b>	в рідкому вигляді трохи в'язка речовина
<b>інші</b>	нечутливий до світла, висока термостійкість

## 1. 7 Поширення на території України

Ягоди чорниці поширені на Поліссі, у Карпатах, зрідка, у північному Лісостепу. Основні райони заготівель зосереджені у Волинській, Рівненській, Житомирській, Тернопільській, Сумській, Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській та Чернівецькій областях. Також на півночі Чернігівської та Київської областей, у Карпатах. Запаси ягід значні, проте чорниця потребує дбайливого використання та охорони. Загальна площа чорничників становить 40 тис. га. Тільки на Поліссі України щорічно можна заготувати в середньому до 30 тис. тон ягід [27].

На підставі проведеного огляду науково-технічної літератури та враховуючи багатотонажність виробництва соків і, відповідно, утворення великих обсягів відходів, було розроблено технологію отримання стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці, що є вкрай актуальною.

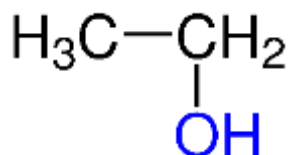
					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва

- **Етиловий спирт**

Етиловий спирт, відомий також як етанол (EtOH), є хімічною сполукою з молекулярною формулою C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. У звичайних умовах, етанол є безбарвна та легкозаймиста рідина. Відповідно до стандарту ДСТУ 4221:2003, прийнятого в Україні, етанол вважається токсичною речовиною з наркотичними властивостями і класифікується як речовина четвертого класу небезпеки з урахуванням її впливу на організм людини. Крім того, йому приписують канцерогенні властивості. [28].



Етанол використовується як активна компонента в алкогольних напоях, які зазвичай отримують шляхом ферментації вуглеводів. Етанол котрий необхідний для промислових потреб отримують гідратацією етену, який одержують з нафтової або газової сировини. Крім використання в харчовій промисловості, етанол знаходить широке застосування як паливо, розчинник, антисептик і сировина для виробництва інших промислових речовин.

#### Фізичні властивості

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH є безбарвною рідиною зі слабким запахом алкоголю. Він є легким і швидко випаровується. Етанол добре змішується з водою, етерами, ацетоном, бенzenом в будь-яких пропорціях. Цей спирт є хорошим розчинником для багатьох органічних і неорганічних речовин.

Утворює азеотропну суміш з водою, відому як етаноль-водний азеотроп. Ця суміш містить 95,6% спирту та 4,4% води. Хоча безводний етанол незначно гігроскопічний і може поглинати 0,3–0,4% води для збереження стабільності.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.022.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коновалова В.Ю.			ТЕХНОЛОГІЧНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Подобій О. В.					22	77
Н.контр.		Бойчук Т.М			ЧАСТИНА	НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

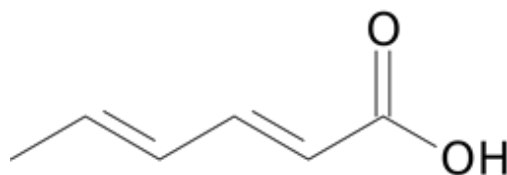
- **Вода**

Вода – бінарна неорганічна сполука, молекула якої складається з двох атомів водню та одного – кисню, які з'єднані між собою ковалентним зв'язком. При нормальних умовах є прозорою рідиною, що не має кольору (при малій товщині шару), запаху і смаку. У твердому стані називається льодом (кристали льоду можуть утворювати сніг або іній), а в газоподібному – водяною парою. Вода також може бути у вигляді рідких кристалів (на гідрофільних поверхнях) [29].

Вода є добрим сильнополярним розчинником. У природних умовах завжди містить розчинені речовини (солі, гази).

- **Сорбінова кислота**

Сорбінова кислота є безбарвними, слабо розчинними у воді, кристалами. Хімічна формула сорбінової кислоти:  $C_6H_8O_2$ .



У харчових продуктах консервант E200 застосовується у концентраціях від 30 до 300 грамів на 100 кілограмів готового продукту. До основних продуктів, в яких використовується добавка E200, можна віднести: соки, безалкогольні напої, кондитерські та хлібобулочні вироби, зернисту ікру, ковбасні вироби, згущене молоко та інші продукти.

Добавка E200 є одним із найпоширеніших консервантом у харчовій промисловості через свою безпеку для організму людини.

- **Чорниця**

Чорниця звичайна (рис. 2. 1) - багаторічна рослина з соковитої, темно-синьої кулястої ягоди, яка містить клітковину, дубильні речовини, органічні кислоти (лимонна, яблучна, янтарна, хінна, бензойна, молочна, щавлева, аскорбінова), цукри, каротин, вітаміни групи В, мінерали (натрій, калій,

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

кальцій, магній, фосфор, залізо, марганець), поліфенольні сполуки (антоціани, катехіни) [3, 4].



**Рисунок 2. 1 Чорниця звичайна**

Широке використання чорниці в харчовій, фармацевтичній та хімічній промисловості обумовлено її різноманітністю життєво важливих лікувально-профілактичних компонентів. Чорниця використовується для виробництва сиропів, соків, джемів, наповнювачів, харчових барвників, а також у формі БАДів у фармацевтичній промисловості для покращення зору, лікування кишкових захворювань та діабету. У хімічній промисловості вона використовується для отримання різних натуральних барвників промислового призначення.

Однак, сезонна заготівля ягід чорниці вимагає швидкої переробки та розробки способів тривалого зберігання, щоб зберегти склад свіжих ягід та забезпечити населення якісними, натуральними та лікувальними продуктами.

Залишки чорниці, що виникають під час виробництва вина, харчових продуктів та інших цілей, також є цінним ресурсом. Шкірка чорниці містить багато антоціанів та поліфенолів, проте зазвичай вона вважається відходами, які викидаються, якщо їх не використовують повторно.

Науково встановлено, що антоціани проявляють широкий спектр біологічних властивостей, включаючи антиоксидантну активність, здатність поглинати вільні радикали, профілактику серцево-судинних захворювань, протиракову дію, антигіпертензивний ефект, здатність знижувати рівень цукру в крові і захищати зір. В даний час відомо, що антоціани впливають не

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

лише як антиоксиданти, але ймовірно мають вплив на різноманітні клітинні сигнальні шляхи та експресію генів [6, 7].

При виробництві соків з плодів і ягід у світі втрачається приблизно 20-30% побічних продуктів. Ці продукти перетворюються на вичавки, які мають значну кількість біологічних властивостей. [6].

Вичавки, отримані шляхом пресування сировини, зберігають хімічний склад сировини. Вони включають багато цукрів, органічних кислот, катехінів, антоціанів, лейко-антоціанів, флаванолглюкозидів та інші компоненти.

Вичавки можуть бути використані для виробництва зброджених соків, спирту-сирцю, оцту, але особливо ефективним є отримання натуральних харчових барвників з вичавок темних сортів ягід.

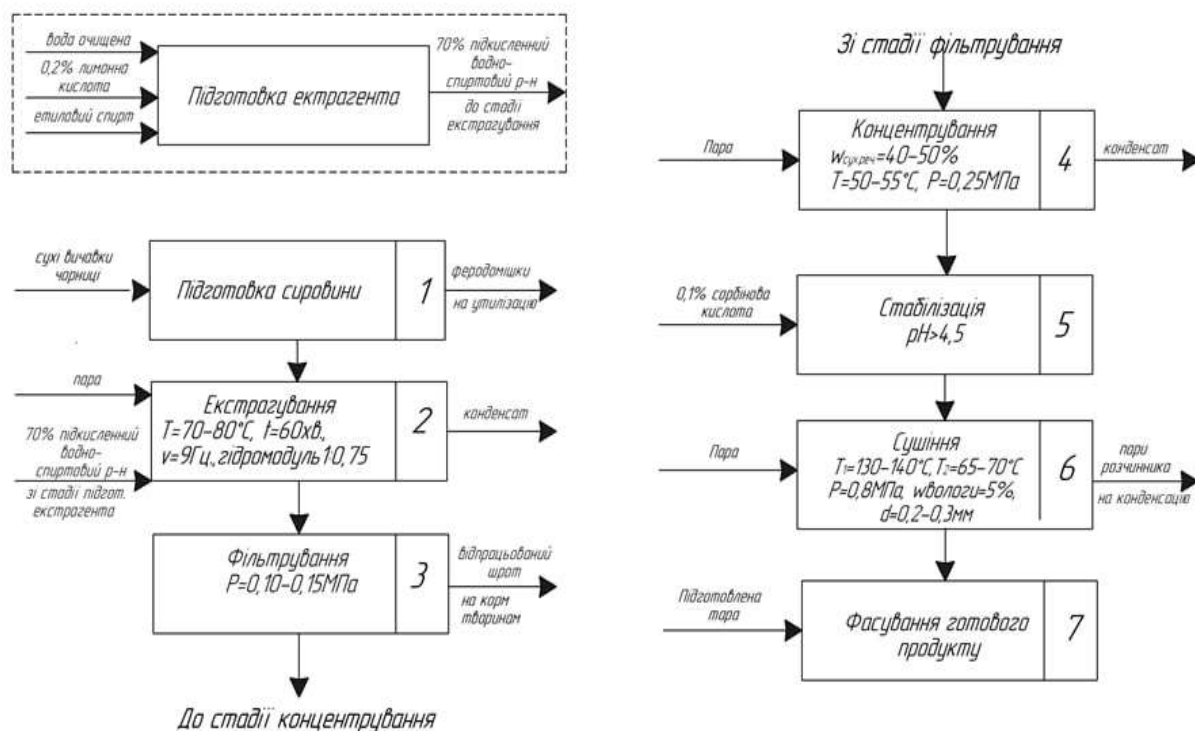
Виходом барвника, який можна отримати згідно з аналізом літературних джерел, є 30%. Це відповідає приблизно 90-95% вмісту фарбувальних речовин у вичавках чорниці.

Використання відходів, що утворюються під час виробництва соків, дозволяє вирішити ці проблеми, ефективного використання сировини та інших матеріалів, а також зменшення втрат на кожному етапі переробки, має велике значення [2].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 2. 2 Опис принципово технологічної схеми виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці

На підставі проведеного аналізу науково-технічної літератури розроблено принципову технологічну схему виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці, яку представлено на рис. 2. 2.



**Рисунок 2. 2 Принципово технологічна схема технології виробництва антоціанів з вичавок чорниці**

### Основні стадії виробництва

#### 1. Підготовка сировини

Процес підготовки сировини до виробництва має вагоме значення в технологічному процесі та включає в себе наступні основні операції: звільнення сировини від тари; просіювання і фільтрація для видалення сторонніх домішок.

## 2. Екстрагування

Екстракція вичавок чорниці проводиться з метою максимального вилучення антоціанів з вичавок чорниці. У якості екстрагенту використовується 70% водно-спиртовий розчин підкислений лимонною кислотою.

Вичавки, які подали у екстрактор, заливають 70% водно-спиртовий розчин, після чого відбувається процес екстрагування. Екстрактор оснащений водяною сорочкою, для підтримання необхідної температури.

Умови процесу екстрагування: температура 70-80°C, тривалість екстракції 60 хвилин при гідромодулі 1:0,75 відповідно сировини до 70% підкисленого водно-спиртового розчину.

## 3. Фільтрування

Після стадії екстрагування наш екстракт містить велику кількість сторонніх домішок, які впливають на якість готового барвника. З метою очищення отриманого екстракту від сторонніх домішок проводимо процес фільтрування.

Умови процесу:  $P=0,10-0,15$  МПа.

Домішки та шрот відокремлюємо, а забарвлена рідина – фільтрат, переходить на наступну стадію.

## 4. Концентрування

Концентрування проводять до вмісту сухих речовин 40% - 50% при температурі 50–55°C з метою отримання продукту високої якості та отримання інтенсивного забарвлення.

## 5. Стабілізація

Далі концентрат потрапляє на стадію стабілізації для запобігання псуванню барвника в процесі зберігання, а також збереження його якісних характеристик. Стабілізують концентрат шляхом додавання 0,1% сорбінової кислоти.

## 6. Сушіння

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Мета стадії сушіння полягає в випаровуванні залишкової вологи з концентрату, щоб виготовити порошок стабілізованої форми антоціанів збагачений антоціанами. Температура на початку процесу становить 130-140°C на виході 65-70°C. Залишкова волога в порошку складає 5%. Розмір частинок  $d=0,2-0,3$  мм.

### **7. Фасування готового продукту.**

Забарвлений порошок фасують у пластикову тару та щільно закривають кришкою. Для забезпечення герметичності та захисту від вологості додаються додаткові прокладки.

Згідно з міжнародними вимогами до упаковки, на тарі мають бути зазначені найменування продукту, умови зберігання та термін придатності.

Додаткові стадії

*Підготовка екстрагенту*

Приготування підкисленого водно-спиртового розчину 70% включає змішування очищеної води з етиловим спиртом у співвідношенні 1:1,5 з додаванням 0,2% розчину лимонної кислоти. Підготовлений розчин прямує на стадію екстрагування для подальшої екстракції.

### **2.3 Матеріальний розрахунок**

Матеріальний баланс виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці продуктивністю 100 кг/добу

Для розрахунку матеріального балансу використовується закон збереження маси, згідно з яким сумарна маса вихідних продуктів процесу повинна дорівнювати сумарній масі його кінцевих продуктів. Під час розрахунку матеріального балансу враховується маса кожного компоненту, який вводиться на певному етапі виробництва, а також маса кожного компоненту, який отримують після завершення процесу. Важливо забезпечити рівність між сумою приходів рецептурних компонентів та сумою витрат, що не буде залежати від складу на вході і виході готового продукту, незалежно від змін, яким вони піддалися в процесі, проведеному в даному апараті.

$$\sum G_{\text{вихідні}} = \sum G_{\text{кінцеві}},$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



### Матеріальний баланс стадії фільтрування

Третя стадія – фільтрування забарвленого екстракту від домішок. Втрати сировини складають 0,1%. Дані представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

### Матеріальний баланс фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Проекстрагований розчин з вичавками	19100	Профільтрований екстракт	2500
		Залишки розчинника	6300
		шрот	9900
		<i>Відходи</i>	380,9
		<i>Втрати</i>	19,1
<b>Всього</b>	<b>19100</b>	<b>Всього</b>	<b>19100</b>

### Матеріальний баланс стадії концентрування

Четверта стадія – це концентрування профільтрованого екстракту. Отриманий концентрат без неконденсованих газів. Втрати сировини складають 0,2%. Дані представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

### Матеріальний баланс концентрування екстракту

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Профільтрований екстракт	2500	Концентрат	160
		Пари підкисленого водного розчину етанолу 70%	1156
		неконденсовані гази	750,5
		<i>Втрати</i>	5
		<i>Відходи</i>	428,5
<b>Всього</b>	<b>2500</b>	<b>Всього</b>	<b>2500</b>

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

### Матеріальний баланс стадії стабілізації

П'ята стадія – стабілізація забарвленого чорничного екстракту 0,1 % розчином сорбінової кислоти. Втрати сировини складають 1 %. Дані представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

### Матеріальний баланс процесу стабілізації 2 екстракту

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Концентрат	160	Стабілізований концентрат	155
0,1% сорбінова кислота	25	<i>Втрати</i>	1,85
		<i>Відходи</i>	28,15
<b>Всього</b>	<b>185</b>	<b>Всього</b>	<b>185</b>

### Матеріальний баланс стадії сушіння

Шоста стадія – сушіння стабілізованої форми антоціанів. Втрати сировини складають 1%. Дані представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

### Матеріальний баланс процесу сушіння

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Стабілізований концентрат	155	Порошок стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці	105 кг
		Пари розчинника	40,5
		<i>Втрати</i>	1,55
		<i>Відходи</i>	7,95
<b>Всього</b>	<b>155</b>	<b>Всього</b>	<b>155</b>

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			





$Q_{\text{п}}$  – кількість теплоти, що підводиться в апарат ззовні (димовими газами, нагрітим повітрям, спалюванням палива, електроенергією і т.д.);

$Q'_{\text{п}}$  – втрати теплоти в навколишнє середовище, а також відведення її через холодильники, поміщені усередині апарату.

Фізичну теплоту реагентів (продуктів) розраховують окремо для кожного виду матеріалу за формулою:

$$Q = G \cdot C_p(T - 273),$$

де  $G$  – кількість реагентів (продуктів), що беруть участь у процесі (визначається з матеріального балансу), кг, м<sup>3</sup>, кмоль;

$T$  – температура реагентів, що поступають, або продуктів, що виходять, К;

$C_p$  – середня теплоємність реагентів (продуктів) за даної температури.

*Тепловий баланс для стадії концентрування*

Розраховуємо кількість теплоти внесеної в апарат підкисленим екстрактом якщо

$$G_1 = 894,2 \text{ кг}, T_1 = 293 \text{ К}, \text{ а } C_{p1} = 4,2 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град.}$$

$$Q_1 = G_1 \cdot C_{p1}(T_1 - 273) = 894,2 \cdot 4,2 \cdot (293 - 273) = 75112,8 \text{ кДж}$$

Нагрівання проводиться парою з показниками  $G_2 = 100 \text{ кг}$ ,  $T_2 = 323 \text{ К}$ , а

$$C_{p2} = 2,13 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град.}$$

$$Q_2 = G_2 \cdot C_{p2}(T_2 - 273) = 100 \cdot 2,13 \cdot (323 - 273) = 10650 \text{ кДж}$$

Розраховуємо кількість теплоти винесеної з апарата з упареним екстрактом і парою.

Для упареного екстракту  $G_3 = 525,8 \text{ кг}$ ,  $T_3 = 328 \text{ К}$ , а  $C_{p3} = 4,2 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град.}$

$$Q_3 = G_3 \cdot C_{p3}(T_3 - 273) = 525,8 \cdot 4,2 \cdot (328 - 273) = 121459,8 \text{ кДж}$$

Для пари  $G_4 = 100 \text{ кг}$ ,  $T_4 = 293 \text{ К}$ , а  $C_{p4} = 2,13 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град.}$

$$Q_4 = G_4 \cdot C_{p4}(T_4 - 273) = 100 \cdot 2,13 \cdot (293 - 273) = 4260 \text{ кДж}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## 2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

В ході написання кваліфікаційної роботи було здійснено розрахунок матеріального балансу на основі якого було виконано підбір основного технологічного обладнання для кожного етапу виробництва натурального барвника на основі вичавок чорниці.

- *Вібраційний екстрактор*

В таблиці 2. 9 представлені параметри вібраційного екстрактора.

Таблиця 2. 9

### Параметри вібраційного екстрактора періодичної дії

Найменування параметрів	Значення параметра
Продуктивність	1000 кг/год
Об'єм	1000л
Кількість тарілок	8 шт.
Діаметр	1 500 мм
Висота	5 000 мм

Екстрактор з вібраційним принципом (зображений на рис. 2.3) складається з корпусу 1 та кришки 2, на якій розташований вібропровід 3. Вібропровід з'єднаний через шток 4 з перфорованим диском 5, що має гнучкий контейнер 6 з проникною поверхнею для екстрагента. Гнучкий контейнер закріплений на нерухомій сітчастій опорі 7. У нижній частині корпусу 1 знаходиться регульований випромінювач високочастотних механічних коливань 8, здатний змінювати своє положення вздовж вісі корпусу. Це, разом з низькочастотними коливаннями від віброприводу 3, забезпечує інтенсивний перенос маси всередині твердої фази та одночасне виділення екстрактивних речовин з твердої фази в рідку фазу системи. Для планованого контролю температури процесу передбачена нагрівна оболонка 9 та теплоелектронагрівач (ТЕН) 10, розташований під опорою 7.

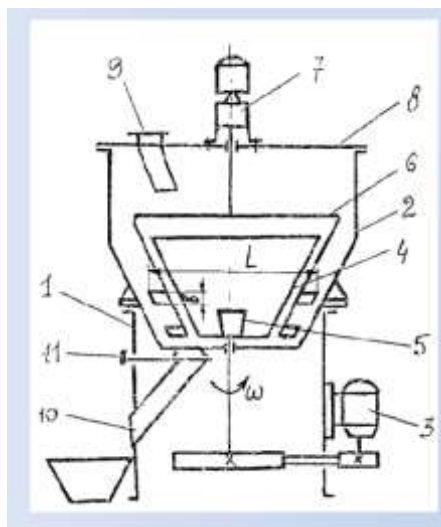
										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис							

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА





рамної мішалки. Робота рамної мішалки сприяє надходженню нових порцій матеріалу через вікна до конусу.



**Рисунок 2. 5 Відцентровий змішувач**

1-корпус; 2-ємність; 3-привод; 4-конусний ротор; 5-вікна; 6-мішалка; 7-гальмо; 8-кришка; 9-завантажувальний патрубков; 10-лоток; 11-шибер

На рис. 2.5 зображено відцентровий змішувач. Він має обертальний конус як свій робочий орган. У корпусі 1 розташована ємність 2 змішувача. Привод 3 викликає обертання конусного ротора 4, який має два діаметрально розташованих вікна 5 у нижній частині. Корпус оточений рамною мішалкою 6, яка встановлена співвісно і отримує оберти від верхнього приводу, що розташований на кришці 8. Компоненти завантажуються через люк 9. Після змішування готова суміш вивантажується на лоток 10 за допомогою шибера.

- *Дозатор сипучих речовин із горизонтальним шнеком ДСРГ-1000*

Пристрій і принцип роботи

Дозатор (рис. 2. 6) являє собою зварну конструкцію, що складається з корпусу із завантажувальним бункером, шнеком, воружителем і приводом.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



**Рисунок 2. 6 Дозатор сипучих речовин із горизонтальним шнеком ДСРГ-1000**

Вали шнека та ворошителя встановлені в опорних вузлах із підшипниками кочення.

Принцип дозування - об'ємний, заснований на переміщенні речовини, що дозується, за допомогою горизонтально розташованого шнека, обсяг дози задається кількістю (імпульсів) оборотів шнека за часом.

Включення та вимикання електродвигуна приводу дозуючого вузла здійснюється за командою оператора (комп'ютера), а вимикання – надходження заданої кількості імпульсів з датчика імпульсів, в якості якого використовується безконтактний датчик.

Для підвищення точності дозування в дозаторі передбачена електронна система миттєвого зупинки електродвигуна.

Технічні характеристики дозатора представлені в таблиці 2. 10.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## Технічні характеристики дозатора

Найменування параметрів	Значення параметра
Продуктивність, доз/год	до 100
Діапазон дозування, см <sup>3</sup>	50-10000
Принцип дозування	об'ємний, шнековий живильник
Установка дози	за кількістю обертів шнека чи кількістю імпульсів
Діаметр шнека, мм	25 ÷ 100
Місткість бункера, л	150
Розмір вивантажувальної горловини, мм	90x50
Матеріал виготовлення	вуглецеві конструкційні сталі або сталь н/ж 12Х18Н9Т (304 AISI)
Габаритні розміри, мм	довжина -1040, глибина – 436, висота – 436
Маса дозатора, кг	не більше: 50,0

- *Вакуум-випарний апарат мзс-320*

Апарат МЗС-320, який є двостінним випарним апаратом (зображений на рис. 2.7), складається з декількох компонентів, включаючи корпус з паровим відділом, кришку, привід мішалки та пастку. Корпус апарата є ємністю, яка в поєднанні з паровим відділом, що припаяний до нього, створює парову камеру. На сферичній кришці розташований привід, який складається з електродвигуна та редуктора.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



**Рисунок 2. 7 Апарат двостінний випарний МЗС-320**

Переміщення продукту здійснюється мішалкою, яка є вертикальним валом разом із укріпленими на мішалці металевими елементами. Сферична кришка апарата закріплена уловлювачем, котрий необхідний для великих частинок продукту, які виносяться вторинною парою з апарату.

Технічні характеристики до двостінного випарного апарата МЗС-320 наведені в таблиці 2. 11.

*Таблиця 2. 11*

**Технічні характеристики двостінного випарного апарата МЗС-320**

Найменування параметрів	Одиниці вимірювання	Значення параметра
Об'єм корисний	м <sup>3</sup> (л)	1,0 (1000)
Об'єм геометричний	м <sup>3</sup> (л)	2,0 (2000)
Об'єм парової сорочки	м <sup>3</sup> (л)	0,259 (259)
Тиск в корпусі	МПа (мм.рт.ст.)	0,085 (640)
Тиск парової сорочки	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,4(4)
Площа поверхні нагріва, м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	3,66
Встановлена потужність	кВт	3,0
Потужність приводу мішалки	кВт	3,0
Частота обертання валу мішалки	с <sup>-1</sup> (об/хв)	0,83 (47)
Габаритні розміри, ДхШхВ, мм	мм	1310*1310*3180
Маса, кг	кг	1700

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Для нагрівання продукту в апараті використовується парова камера, яка оснащена запобіжним клапаном та манометром. Внизу днища апарату розташований патрубок, через який відводиться утворений конденсат.

Апарат забезпечений трьома вікнами для огляду внутрішньої ємності та спостереження за робочим процесом та краном для взяття проб. Розвантаження апарата здійснюється через патрубок, що спускається з краном.

- Розпилювальна сушка RS-100

RS-100 є універсальним пристроєм, призначеним для сушіння різноманітних продуктів у харчовій промисловості (рис. 2.8 )



**Рисунок 2.8 Розпилювальна сушарка**

Характеристики RS-100 включають такі параметри:

- Температура повітря на вході: від 140 до 550 °С (залежить від типу продукту та умов сушіння).
- Температура повітря на виході: від 60 до 120 °С (залежить від типу продукту та умов сушіння).
- Номінальна потужність випаровування рідини: 100 кг/год.
- Діаметр сушарки: 2560 мм.

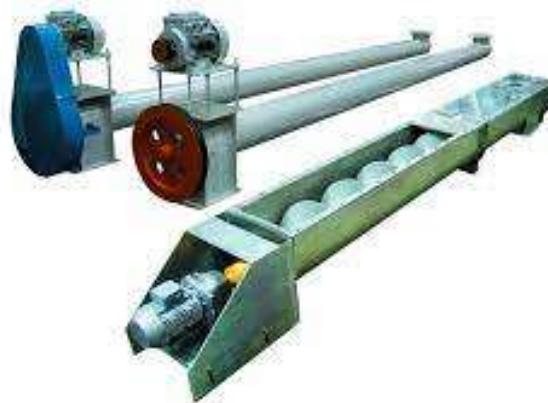
					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

- Нагрівальний спосіб: може використовувати пару високого тиску, пару в поєднанні з електрикою або різні види палива (дизель, природний газ, бензиновий газ або вугілля), а також тверде паливо.
- Габаритні розміри: 8×4×6 метрів

- Шнековий транспортер

Шнековий транспортер – це механічний пристрій, який працює безперервно і складається з відкритого або закритого жолоба, всередині якого знаходиться обертаючий шнек. Рух шнека забезпечується електричним двигуном, а переміщення матеріалів відбувається завдяки лопатям. Рух матеріалів може бути виконаний під ухилом або по горизонталі, в залежності від конфігурації конвеєра. Шнекові транспортери широко застосовуються в промисловості завдяки їх універсальності.

Наприклад, модель шнекового транспортера ТШ-150/1 (зображена на рис. 2.9) має продуктивність в діапазоні від 4 до 16 тонн, електричний двигун потужністю 2,2 кВт та діаметр труби 150 мм.



**Рисунок 2.9 Шнековий транспортер ТШ-150/1**

В таблиці 2.12 наведені основні параметри щодо основного технологічного обладнання.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## Основне технологічне обладнання

Обладнання	Основні параметри	Зовнішній вигляд
1	2	3
Вакуум-випарний апарат	Вакуумна випарна установка призначена для видалення розчинника або розрідження розчину забарвленого екстракту шляхом випаровування під вакуумом.	
Відцентровий насос	Продуктивність: 1-2м <sup>3</sup> /год. Застосовують для перекачування рідин. Є простими та надійними в експлуатації.	
Сепаратор	Призначений для відділення сухих вичавок чорниці від залізних домішок	
Вібраційний екстрактор	Продуктивність 1000 кг/год Призначення даної установки полягає в вилученні розчинних речовин з вичавок чорниці шляхом використання вібраційного руху. Процес екстракції дає можливість вилучити корисні речовини, ароматичні сполуки, олії або інші розчинні компоненти з сировини.	



$$G_2 = G_1 \frac{100 - w_1}{100 - w_2}$$

Кількість випаровуваної вологи

$$W = G_1 - G_2.$$

Кількість випареної вологи розраховуємо за наступними рівняннями:

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2}$$

$$W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}$$

Виконуємо розрахунок продуктивності розпилювальної сушарки:

$$G_2 = G_1 \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 155 \frac{100 - 40}{100 - 4} = 97 \text{ кг/год}$$

$$G_1 = G_2 \frac{100 - w_2}{100 - w_1} = 97 \frac{100 - 4}{100 - 40} = 155 \text{ кг/год}$$

$$W = G_1 - G_2 = 155 - 97 = 58 \text{ кг/год} - \text{продуктивність сушарки}$$

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 155 \frac{40 - 4}{100 - 4} = 58 \text{ кг/год}$$

$$W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} = 97 \frac{40 - 4}{100 - 40} = 58 \text{ кг/год}$$

*Розрахунок основних параметрів вологого повітря.*

Для забезпечення необхідного режиму сушіння, необхідно мати інформацію про основні параметри вологого повітря, такі як температура  $t$ , відносна вологість  $\varphi$ , питомий вологовміст  $x$  та ентальпію  $I$ .

Питомий вологовміст повітря знаходимо за формулою:

$$x = 0,622 * \frac{\varphi * P_H}{B - \varphi * P_H}$$

де 0,622 – відношення мольних мас водяної пари і повітря;

$P_H$  – тиск водної пари для конкретної температури повітря, Па;

$B$  – тиск повітря барометричний, Па ( 99,1 кПа).

Ентальпія вологого повітря визначаємо як сума ентальпій сух. повітря та водної пари, котра припадає на 1 кг сухого повітря.

$$I = C_{с.п} + x i_{п} ,$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

де  $C_{c.п}$  - середня питома теплоємність сухого повітря кДж / (кг\* К) ( при температурі  $< 200^\circ$   $C_{c.п} = 1,004$  кДж/ (кг\* К);

$t$  – температура вологого повітря,

$x$  – питомий вологовміст повітря, кг/кг;

$i_{п}$  – питома ентальпія перегрітої пари, кДж/кг.

$i_{п}$  - розраховуємо за наступною формуло:

$$i_{п} = r_0 + C_{п} ,$$

де  $r_0$  – питома теплота пароутворення води, кДж/кг,

$C_{п}$  – середня питома теплоємність водяної пари, кДж / (кг \*К).

Стан вологого повітря в області, де відносна вологість  $\phi$  менше 100%, може бути визначений будь-якими двома параметрами, такими як ентальпія, вологовміст, температура або відносна вологість.

$$x = 0,622 \frac{\phi P_H}{B - P_H} = 0,622 \frac{0,7 * 2,1}{99,1 - 0,7 * 2,1} = 0,009 \text{ кДж/кг}$$

$$x_2 = 0,622 \frac{0,4 * 40}{99,1 - 0,4 * 40} = 0,119 \text{ кДж/кг}$$

$$i_{п} = r_0 + C_{п} t = 2452 + 4,181 * 18 = 2527,3 \text{ кДж/ кг};$$

$$i_{п2} = r_0 + C_{п} t = 2333 + 4,188 * 65 = 2605,22 \text{ кДж/ кг};$$

$$I = C_{c.п.} t + x_{ип} = 1,004 * 18 + 0,009 * 2527,2 = 40,82 \text{ кДж/кг}$$

$$I_2 = C_{c.п.} t + x_{ип} = 1,004 * 65 + 0,119 * 2605,22 = 375,3 \text{ кДж/кг}$$

*Розрахунок витрат повітря в сушарці.*

Під час процесу сушіння вологе повітря поглинає вологу з матеріалу, який сушиться, і виходить із сушильної камери. Внаслідок цього вологовміст повітря збільшується від початкового значення  $x_0$  до значення  $x_2$ .

За достатньої герметичності сушильної камери маса абсолютно сухого повітря практично залишається постійною. Тому з використанням рівняння матеріального балансу вологи можна розрахувати витрати абсолютно сухого повітря  $L$  у сушарці.

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Питому витрату абсолютно сухого повітря  $l$ , тобто кількість повітря в кілограмах, витраченого на випаровування 1 кг вологи визначаємо за слідуючою формулою:

$$l = \frac{L}{W} = \frac{1}{x_2 - x_1}$$

Об'ємна витрата вологого повітря

$$V = L v_{\text{п}},$$

де  $v_{\text{п}}$  – питомий об'єм вологого повітря, що припадає на 1 кг абсолютно сухого повітря, м<sup>3</sup>/кг;

$$v_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}} * T}{B - \varphi P_{\text{н}}}$$

де  $R_{\text{п}}$  - газова стала, Дж/(кг\*К), (для повітря  $R_{\text{п}} = 287$  Дж/(кг \*К),

$T$  – абсолютна температура повітря, К.

Маючи інформацію про об'єм витрати повітря, можна визначити швидкість його руху в сушильній камері, що впливає на режим сушіння та втрати тепла в навколишнє середовище, і також вибрати вентилятор. Тому об'ємну витрату повітря визначають на основі параметрів, які характеризують його на вході вентилятора, в сушильній камері та на виході з неї. Якщо сушарка працює цілодобово, варто враховувати, що вологовміст зовнішнього повітря влітку зазвичай вищий, ніж взимку. Тому питома та загальна витрати повітря збільшуються влітку.

З цими умовами роботи вентилятор також розраховують.

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1} = \frac{58}{0,119 - 0,009} = 527,27 \text{ кг/год}$$

$$l = \frac{L}{W} = \frac{527,27}{58} = 9,09 \text{ кг/год}$$

$$v_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}} * T}{B - \varphi P_{\text{н}}} = \frac{0,287 * 291}{99,1 - 0,7 * 2,1} = 0,855 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V = L * v_{\text{п}} = 527,27 * 0,855 = 450,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

*Геометричний розрахунок сушильної камери.*

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



$$d = \frac{0,0425}{\sqrt[3]{p_M^{\pi} * w^2}} = \frac{0,0425}{\sqrt[3]{1739 * 0,35^2}} = 0,007 \text{ м}$$

Середній діаметр крапель у дискових за МПа становить 6..70 , 5...100 мкм

Розраховуємо діаметр сушильної камери. Для цього визначаємо її висоту:

$$H_k = \frac{V_k}{\frac{\pi}{4} * D_k^2} = \frac{14,5 * 4}{3,14 * 0,9^2} = 2,2 \text{ м}$$

Коли сушильна камера оснащена зрізаним конусом, то об'єм конічної частини слід розрахувати за наступною формулою:

$$V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} * \pi * H_{\text{кон}} * (R_k^2 + r_k^2 + R_{\text{кон}} * r_{\text{кон}}) = \frac{1}{3} * 3,14 * 3(3^2 + 0,3^2 + 3 * 0,3) = 32 \text{ м}^3$$

Де  $H_{\text{кон}}$  - висота конуса, м;  $R_k$  – радіус камери, м;  $r_{\text{кон}}$  - найменший радіус кола, м. Об'єм циліндричної частини сушильної камери

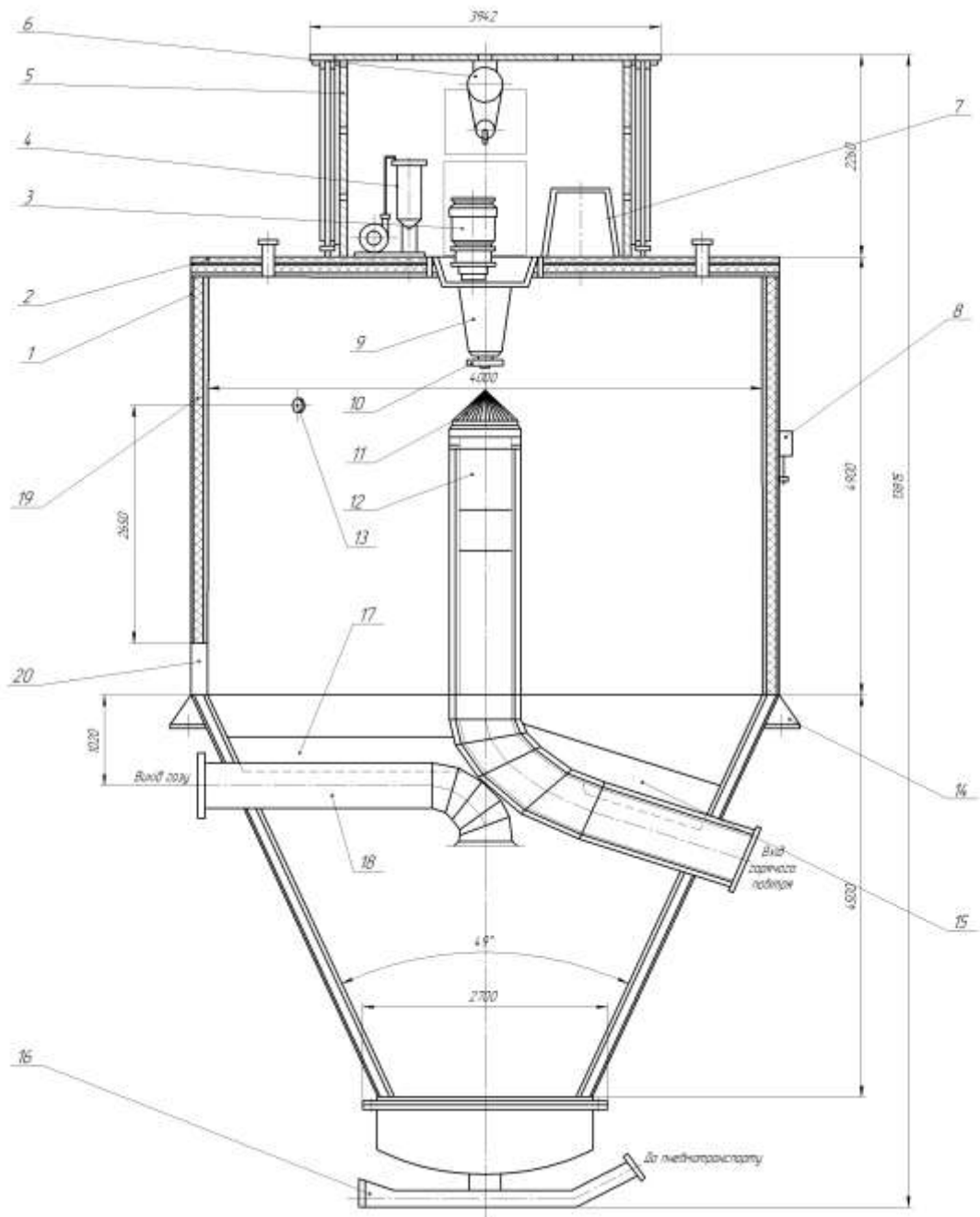
$$V_{\text{ц}} = V_k - V_{\text{кон}} = 32 - 14,5 = 17,5 \text{ м}^3$$

Тоді її висота:

$$H_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{\frac{\pi}{2} * D_k^2} = \frac{17,5 * 4}{3,14 * 4^2} = 2 \text{ м}$$

На рис. 2.10 представлено накреслену розпилувальну сушарку, котра відповідає здійсненим розрахункам вище з відповідними характеристиками. Специфікація представлена в додатку А.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



**Рисунок 2. 10 Загальний вид розпилювальної сушарки**

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

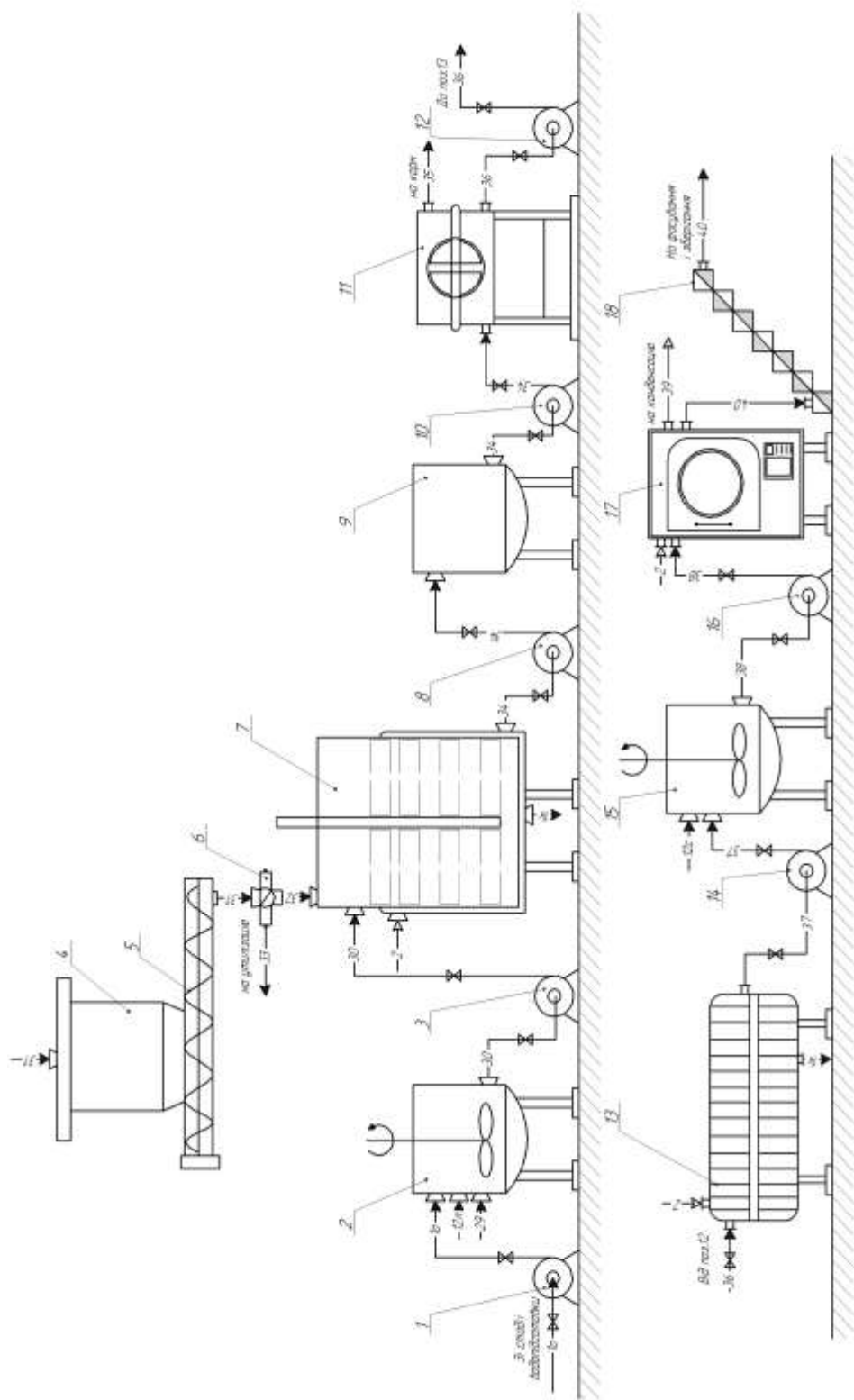
## 2. 6 Опис апаратурно-технологічної схеми

За принциповою технологічною схемою передбачаються такі основні операції і відповідні процеси:

- змішування та екстрагування,
- фільтрування,
- стабілізація,
- концентрування,
- сушіння
- фасування,
- зберігання.

На рис. 2. 11 представлено апаратурно-технологічну схему виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



**Рисунок 2. 11** Апаратурно-технологічна схема технології виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
------	------	----------	--------

Очищена вода, отримана на стадії водопідготовки, подається відцентровим насосом **1** та направляється до мішалки **2** для приготування екстрагенту. Екстрагент є 70% водно-спиртовим розчином, який підкислюється додаванням 0,2% лимонної кислоти. Отриманий розчин, за допомогою відцентрового насосу **3**, подається на стадію екстрагування.

Висушені вичавки чорниці, доставлені з підприємства-постачальника, проходять попередню підготовку перед основними стадіями технології. Вичавки подають зі збірника **4** шнековим дозатором **5** на віділення від залізних домішок магнітним сепаратором **6**. Далі вичавки подаються на змішування та екстрагування у віброекстракторі періодичної дії **7** при температурі 70 – 80°C, частоті коливань віброперемішувального пристрою 9 Гц протягом 60 хв.

Після закінчення процесу екстрагування екстракт подається відцентровим насосом **8** в збірник **9** звідки відцентровим насосом **10** подається на фільтрування у фільтпресі **11**.

Далі відфільтрований екстракт через відцентровий насос **12** потрапляє на концентрування, яке проводять у вакуум-випарній установці **13** до вмісту сухих речовин 40 – 50% при температурі 50 – 55°C з метою отримання продукту високої якості та інтенсивного забарвлення.

Далі концентрат через відцентровий насос **14** потрапляє до мішалки **15** для проведення змішування з сорбіновою кислотою для запобігання псуванню барвника в процесі зберігання.

Далі стабілізований концентрат через відцентровий насос **16** прямує до розпилювальної сушарки **17** з метою розпилення стабілізованого концентрату до розміру частинок  $d=0,2-0,3$  мм, параметри процесу на вході  $T_1=130-140^\circ\text{C}$  на виході  $T_2=65-70^\circ\text{C}$ ,  $P=0,8$  МПа.

Потім за допомогою шнекового транспортера **18** подрібнений барвник прямує на фасування і зберігання.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

### РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для визначення доцільності виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці необхідно провести розрахунок собівартості виробництва. Розглянемо основну сировину та матеріали, що використовуються в процесі виробництва стабілізованої форми антоціанів, а також їх вартість, яку показано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### Основна сировина та матеріали для виробництва стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці та їх вартість.

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн
Вичавки чорниці	кг	9000	80	720000
70% підкислений водно-спиртовий розчин	л	12000	54,5	654000
0,1 % сорбінова кислота	л	25	350	8750
Всього	-	-	-	

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 100 кг стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці складуть 1382750 грн. Для виготовлення 1 кг стабілізованої форми антоціанів необхідно витратити 13 827,5 грн/кг сировини.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.055.КР.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.			ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ		
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.					
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М.			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.				55	77
					НУХТ Каф. ТЖХТ		

Транспортно-заготівельні матеріали приймаємо в розмірі 3%, що складають 414,85 грн/кг. Отже, витрати складатимуть 14242,35 грн/кг. Стабілізовану форму антоціанів з вичавок чорниці будемо випускати в мішках по 5 кг, тобто на 100 кг припадає 20 мішків готової продукції.

Розраховуємо допоміжні та таропакувальні матеріали на виготовлення стабілізованої форми антоціанів. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

### Допоміжні та таропакувальні матеріали

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

Таким чином, витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали для виробництва 100 кг стабілізованої форми антоціанів становитимуть 60 грн/кг. Враховуючи транспортні витрати на таропакувальні та допоміжні матеріали у розмірі 5%, вони складуть 3 грн/кг. Отже, загальні витрати становитимуть 63 грн/кг.

У таблиці 3.3 представлені витрати енергоресурсів на виробництво одиниці продукції.

Таблиця 3.3

### Енерговитрати

Енергоресурс	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн
Електроенергія	кВт	10,5	2,07	21,5
Вода гаряча	м <sup>3</sup>	1,5	72,35	108,5
Всього				130

Отже, енерговитрати на 100 кг стабілізованої форми антоціанів становлять 130 грн.

Розрахуємо добову потужність виробництва антоціанів:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{Г}} * T_{\text{змін}} * K_{\text{змін}}, \text{ де}$$

$P_{\text{Г}}$  – годинна потужність провідного обладнання;

$T_{\text{змін}}$  – тривалість змін;

$K_{\text{змін}}$  – кількість змін.

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

За добу виробництва буде виготовляти 100 кг готового продукту.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою:

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

де  $K_{\text{вик}}$  – коефіцієнт використання потужності (нормативне значення

Таким чином фактичний обсяг виробництва антоціанів становитиме:

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

Річний обсяг виробництва стабілізованої форми антоціанів

розраховуємо за формулою:

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

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

Отже, річний обсяг виробництва барвника:

$$O = 100 * 365 = 36500 \text{ кг}$$

Далі слід виконати розрахунок основної заробітної плати працівникам (табл.3.4). Тривалість робочої зміни становить 8 годин. Кількість робочих днів на підприємстві складає 365, при цьому підприємство працює без вихідних та свят. Посадові оклади або тарифні ставки для працівників, що відносяться до 2-5 тарифних розрядів, розраховуються шляхом множення окладу або ставки працівника 1-го тарифного розряду ( $6300/160 = 39,4$  грн/год) на відповідний тарифний коефіцієнт. Зазначений тарифний коефіцієнт для працівника 2-го розряду становить 1,17, а для працівника 4-го розряду - 1,54.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.4

**Основна заробітна плата робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці**

Посада	Кількість 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 заробітна плата працівників за рік становить 889064 грн. Витрати на цю статтю складають 99.6 грн.

Додаткова заробітна плата включає в себе винагороду за працю, яка виходить за межі встановлених норм, за винахідливість та трудові досягнення, а також за особливі умови праці. Величина додаткової заробітної плати приймається на рівні 30% від основної заробітної плати.

Витрати, пов'язані з Єдиним соціальним фондом (ЄСФ), становлять 22% від основної заробітної плати.

Додаткова заробітна плата працівників та внески до ЄСФ наведені в таблиці 3.5.

					Арк.
				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

Таблиця 3.5.

## Додаткова заробітна плата працівників та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн/кг
Додаткова заробітна плата	30% від ОЗП	29,8
Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн	-	129,5
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	28,4

Таким чином, витрати на додаткову заробітну плату складають 29,8 грн/кг, а сума відрахувань до Єдиного соціального фонду (ЄСФ) становить 28,4 грн/кг.

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаються на рівні 200% від основної заробітної плати.

$$2 = 199,2 \text{ грн/кг}$$

Проведемо розрахунок витрат по статті "Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції". Відсоток витрат за цією категорією становить 10% від Основної заробітної плати (ОЗП).  $99,6 \cdot 0,1 =$

Прийmemo, що загальновиробничі витрати становлять 300% від основної заробітної плати (ОЗП).  $99,6 \cdot 3 = 298,8 \text{ грн/кг}$

Розрахуємо виробничу собівартість виробництва барвника:  
 $= 15101,11 \text{ грн/кг}$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

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

$$15\ 101,11 * 0,025 = 377,5 \text{ грн/кг}$$

Розрахуємо витрати на збут, що складають 3% від собівартості виробничої:

$$15\ 101,11 * 0,03 = 453,03 \text{ грн/кг}$$

Для розрахунку інших операційних витрат приймаємо величину, яка становить 1% від собівартості готового продукту:

$$15\ 101,11 * 0,01 = 151,01 \text{ грн/кг}$$

Отже, повні витрати на виробництво стабілізованої форми антоціанів антоціанів з вичавок чорниці будуть складати:

$$15\ 101,11 + 377,5 + 453,03 + 151,01 = 16\ 082,65 \text{ грн/кг}$$

В таблиці 3.6 представлено калькуляцію стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.6

## Результати розрахунків по статтям калькуляції барвника

Статті калькуляції	Витрати на 100 кг, грн
Сировина та основні матеріали	
Допоміжні та таропакувальні матеріали	
Паливо та енергія на технологічні цілі	
Основна заробітня плата робітників	
Додаткова заробітня плата	
Відрахування до ЄСВ	
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	
Адміністративні витрати	
Витрати на збут	
Інші операційні витрати	
Повні витрати	

Отже, повні витрати на весь обсяг виробництва стабілізованої форми антоціанів будуть складати:

$t = 587\,016,725$  тис. грн.

Розрахуємо відпускну ціну стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці (табл.3.7).

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Таблиця 3.7

## Відпускна ціна стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн/кг	16 082,65
Рентабельність, %	10
Прибуток	
Відпускна ціна без ПДВ, грн	
ПДВ 20%	
Відпускна ціна з ПДВ, грн	2 1

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Виготовлення порошкоподібного барвника здійснюється відповідно до технологічних інструкцій та рецептур, які були затверджені у встановленому порядку. В процесі виготовлення необхідно дотримуватися санітарних правил, що були затверджені Міністерством охорони здоров'я.

Зовнішній вигляд порошкоподібного барвника полягає в сухому, сипкому порошку. Допускається наявність невеликої кількості грудочок, які розсипаються при легкому натисканні або іншому невеликому механічному впливі. Масова частка вологи у готовому продукті не повинна перевищувати 5%.

Порошкоподібний барвник упаковується у пакети з масою нетто від 1 до 5 кг. Допустимі відхилення маси нетто окремих пакувальних одиниць порошкоподібного барвника не повинні перевищувати  $\pm 0,3\%$ .

Зберігання барвників передбачає чисті, сухі та добре вентилязовані складські приміщення з температурою від 0 до 20 °С та відносною вологістю повітря не більше 75%. При перевезенні, навантаженні та розвантаженні барвники повинні бути захищені від прямих сонячних променів і атмосферних опадів.

В таблицях 4.1 та 4.2 представліні органолептичні та фізико-хімічні показники якості готових порошкоподібних барвників згідно чинного ДСТУ ISO 18451-2:2019[42].

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.063.КР.ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.					63	77
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.						
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М.						
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

Таблиця 4.1

### Органолептичні показники барвників

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Порошок, що має сипку консистенцію, може містити невелику кількість грудочок, які можуть розсипатися при невеликому натисканні або іншому м'якому механічному впливі.
Колір	Насищений
Запах	Легкуватий аромат сировини, що застосовувалась (в нашому випадку чорничний)
Смак	Маючи кислотний або слабокислий характер, цей барвник має терпкуватий смак, легко відчутний сладкуватий відтінок і відсутність будь-яких сторонніх присмаків.

Таблиця 4.2

### Фізико-хімічні показники барвників

Назва показника	Норма
Масова концентрація фарбувальних речовин, г/кг	не < 30,00
Масова частка вологи, %	не > 8,0
pH	4,5
Розчинність у воді:	Розчинний повністю
Мінеральні домішки	Заборонено
Домішки рослинного походження	Заборонено
Сторонні домішки	Заборонено

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Виготовлена стабільна форма антоціанів з вичавок чорниці, відповідно до запропонованої технології, повинна задовольняти всім вищезазначеним вимогам та відповідати чинному ДСТУ ISO 18451-2:2019. Це підтвердить високу якість готового продукту.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Охорона праці на підприємстві

Заходи з охорони праці на підприємстві, що спеціалізується на виробництві антоціанів з вичавок чорниці, є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників та запобігання можливим ризикам і нещасним випадкам. Деякі ключові аспекти охорони праці на такому підприємстві можуть включати:

1. Загальна організація безпеки: Розробка та впровадження системи управління охороною праці, включаючи створення політики безпеки, проведення регулярних оглядів і оцінок ризиків, та забезпечення належного навчання та інструктажу працівників.

2. Захист від хімічних речовин: Забезпечення належного зберігання, маркування і обробки хімічних речовин, що використовуються під час виготовлення антоціанів. Використання відповідних захисних засобів, таких як рукавички, окуляри, маски тощо.

3. Забезпечення безпечних робочих місць: Розробка та забезпечення належного обладнання та інфраструктури для мінімізації ризиків травм і нещасних випадків. Встановлення пристроїв захисту, які забезпечують безпечну роботу з обладнанням та машинами.

4. Дотримання гігієни: Забезпечення належної гігієни працівників, включаючи регулярне очищення робочих зон, надання доступу до чистої води та санітарних умов, організацію перерв на відпочинок та харчування.

5. Налагодження системи пожежної безпеки.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці", всі будівлі, споруди, транспортні, енергетичні та інші інженерні комунікації на території підприємства, що займається виробництвом барвників та пігментів, повинні відповідати затвердженій проектній документації та вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.066.КР.ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.					66	77
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

Роботодавець повинен отримати дозвіл на виконання робіт, які відносяться до категорії підвищеної небезпеки, а також на експлуатацію машин, механізмів і устаткування. Цей дозвіл видається відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 року № 1107.

Згідно з Переліком робіт з підвищеною небезпекою, затвердженим Державним комітетом України з нагляду за охороною праці, роботодавець повинен скласти перелік робіт з підвищеною небезпекою, що виконуються на його об'єкті. Для виконання цих робіт працівники мають пройти спеціальне навчання та щороку проходити перевірку знань з питань охорони праці.

Крім того, роботодавець зобов'язаний своєчасно і якісно атестувати робочі місця з урахуванням умов праці відповідно до вимог Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці.

Технологічні процеси виробництва пігментів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.3.002-75 "ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности", затвердженого Державним комітетом стандартів Ради Міністрів СРСР у 1975 році. Робота з твердими і рідкими шкідливими речовинами повинна бути проведена механізованим способом, зокрема, включати транспортування сировини до реакційних апаратів, завантаження і вивантаження матеріалів, а також переміщення готової продукції до складських приміщень.

Для забезпечення безпеки технологічних процесів необхідно використовувати технічно справне обладнання, що відповідає вимогам нормативно-правових документів з охорони праці, і має бути оснащено перевіреними контрольно-вимірювальними приладами.

При розробці технології виробництва антоціанів необхідно передбачити комплексну механізацію та використання дистанційного управління технологічними процесами і операціями.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

У виробництвах антоціанів, де використовуються горючі, токсичні або отруйні речовини, слід застосовувати герметичне обладнання, а такі технологічні операції, під час яких можливий контакт працівників з цими речовинами, повинні бути механізовані.

Крім того, слід забезпечити постійний контроль за виконанням безпекових вимог і навчати працівників правилам безпеки, а також пропагувати культуру безпеки серед всього персоналу [39].

## **5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві**

Збереження природного середовища, ефективне використання природних ресурсів і забезпечення безпеки життєдіяльності людей з екологічного погляду є невід'ємною умовою для сталого економічного і соціального розвитку України.

У цьому контексті, Україна впроваджує екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для всіх форм життя навколишнього середовища, захист життя і здоров'я населення від негативного впливу забруднення, досягнення гармонійної взаємодії між суспільством і природою, а також охорону, раціональне використання і відновлення природних ресурсів.

Розроблена технологія отримання стабілізованої форми антоціанів з вичавок чорниці має численні екологічні переваги. Одним з позитивних аспектів є використання відходів консервного виробництва, що є раціональним підходом до використання сировини. Крім того, використання відходів чорниці дозволяє зменшити втрати на різних етапах переробки, сприяючи сталому виробництву та досягненню економічної ефективності.

Ця інноваційна технологія не тільки сприяє оптимальному використанню природних ресурсів, але й зменшує негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки вона заснована на переробці відходів і сприяє зменшенню відходів, які утилізують. Це є важливим кроком в напрямку сталого розвитку, де економічність і екологічність об'єднуються для досягнення результатів.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Розроблена нами технологія має потенціал стати прикладом для інших галузей та підприємств, які прагнуть зменшити негативний вплив на довкілля і досягти більш раціонального підходу до виробництва [40-41].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## ВИСНОВКИ

1. В ході виконання кваліфікаційної роботи узагальненні знання про виробництво антоціанів. Здійснений аналіз літературних джерел щодо технології виробництва антоціанів з вичавок чорниці.

2. Розроблена технологія має велику цінність, оскільки базується на використанні відходів, отриманих під час виробництва фруктових соків, замість свіжої рослинної сировини. Це дозволяє вирішити такі проблеми, як раціональне використання сировини та інших матеріалів, а також зниження втрат на всіх етапах переробки.

3. На основі вивченого вітчизняного та зарубіжного досвіду була розроблена апаратурно-технологічну схему виробництва стабілізованої форми антоціанів.

4. Розрахували матеріальний баланс до кожної стадії виробництва лінії потужністю 100 кг/добу. З 9000кг вичавок чорниці ми отримуємо 100 кг антоціанів.

5. Здійснено раціональний підбір основного обладнання з відповідними параметрами. Проведено розрахунок розпилювальної сушарки з урахуванням необхідних характеристик. Згідно проведених розрахунків, розміри апарату складаються: висота камери – 9,4 м, діаметр камери – 0,9 м.

6. Була проведена оцінка техніко-економічної ефективності технології виробництва стабілізованої форми антоціанів з викидів чорниці. Розраховано рентабельність виробництва, яка становить 10%, а прибуток складає 1608,27 грн.

7. Розроблено заходи з охорони навколишнього середовища та охорону праці під час реалізації технології отримання антоціанів.

					<b>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.070.КР.ПЗ</b>					
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		Коновалова В.Ю.			<b>ВИСНОВКИ</b>			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Подобій О. В.						70	77	
<i>Н.контр.</i>		Бойчук Т.М.			<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>					
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.								

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варанкіна О. О., Сергієнко Б. В. Дослідження технології одержання антоціанових барвників : дис. – Національний технічний університет" Харківський політехнічний інститут", 2016. С. 249.
2. Patras A. et al. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation .Trends in Food Science & Technology. 2010. V. 21, №. 1. P. 3-11.
3. Дегтярьова Є.Е. Баженова О.А. Хімія рослин. Антоціани - Наука та освіта on-line. 2018. С. 1-75.
4. Харчова хімія. [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад.: О.Г. Макаренко, І.В. Попова, С.П. Бондаренко – К.: НУХТ, 2019. – 70 с.
5. Wahyuningsih S. et al. The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2016. V . 193.P. 1-9.
6. Пурс А., Рубан Я., Сімурова Н. Антоціанові барвники та їх індикаторні властивості . Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – Ч. 2. – С. 666-667.
7. Jackman R. L. et al. Anthocyanins as food colorants—a review //Journal of food biochemistry. – 1987. V. 11. №. 3. P. 201-247.
8. Макаревич А. М. Функції та властивості антоціанів рослинної сировини. Праці Білоруського державного університету: науковий журнал. Т.9, №2. 2009. С. 1-11.

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.071.КР.ПЗ		
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
<i>Розроб.</i>	Коновалова В.Ю.						
<i>Перевір.</i>	Подобій О. В.						
<i>Н.контр.</i>	Бойчук Т.М.						
<i>Затверд.</i>	Носенко Т.Т.						
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архівів</i>
						71	77
					НУХТ Каф. ТЖХТ		

9. Левківська, Т. М. Антоціани рослинної сировини та їх вплив на організм людини. Виклики сьогодення та новації у харчових технологіях і готельно-ресторанному бізнесі : матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю студентів, аспірантів та молодих вчених 27 травня 2021 р., м. Київ. – Київ : ККІБП, 2021. – С. 72–74

Дейнека Л. А. та ін. Антоціани: природні антиоксиданти і не тільки. кафедра неорганічної хімії. 2006. С. 92-100.

11. Папченко В. Ю, Кузнецова Л. М. Узагальнення наукових основ одержання харчових барвників. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. Харків : НТУ "ХПІ". 2015. № 44 (1153). С. 65-68.

12. Wrolstad R. E., Durst R. W., Lee J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. Trends in Food Science & Technology. 2005. V. 16. №. 9. P. 423-428.

13. Апрельцов А. В. та ін. Антоціани. Методи визначення антоціанів . Наука та світ. 2018. Т. 1. – №. 3. С. 32-39.

14. Ribeiro J. S. Food Additives: Natural Food Dyes. Ann Nutr Food Sci. 2019. V. 3. P. 1040.

15. Крижак, Л. М. Виділення антоціанів (пігментів) методом оптимального підбору екстракції кліторії трійчастої (*Clitoria ternatea*). Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. Т. 2, С. 24-31.

16. <https://patents.google.com/patent/CN106905391B/en>. (дата звернення: 10. 12.2022).

17. Ющенко Н. М. Кузьмик У. Г. Миколів І. М. Використання прянощів як джерела антоціанів. Харчова промисловість. 2018. № 23. С. 27 – 31.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

18. LI, Xiang; ZHU, Feiying; ZENG, Zhiwen. Effects of different extraction methods on antioxidant properties of blueberry anthocyanins. Open Chemistry. 2021. V. 19(1). P. 138-148.

19. GAO, Yuan, et al. Optimization the extraction of anthocyanins from blueberry residue by dual-aqueous phase method and cell damage protection study. Food Science and Biotechnology. 2021. V. 30.13. P. 1709-1719.

20. Wang Y. et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction by response surface methodology, antioxidant capacity, and tyrosinase inhibitory activity of anthocyanins from red rice bran. Food science & nutrition. 2020. V. 8. №. 2. P. 921-932.

21. Сабадаш, Н., Ясінська, А. Методи вилучення антоціанового барвника з вичавок вишні звичайної. Молодий вчений. 2018. Т. 12 (64), С. 574-578.

22. Хомич, Г. П., Капрельянц, Л. В., Осипова, Л. А. Біологічно активні компоненти харчового концентрату поліфенолів чорниці та перспективи його використання. Науково-практичний журнал "Харчова наука і технологія". 2012. Т. 3(20). С. 1-7.

23. Ніколенко М. В. та інші. Одержання харчових барвників класу антоціанів. Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials: book of abstracts. 2020. № 6. С. 134-141.

24. Зав'ялов, В. Л., Бодров, В. С., Мисюра, Т. Г., Попова, Н. В., Запорожець, Ю. В. Розроблення технології виробництва натурального харчового барвника з виноградних вичавок при використанні віброекстрагування. Харчова промисловість. 2010. № 9. С. 102–104.

25. Хомич, Г. П., Ткач, Н. І. Використання відходів дикорослої сировини у кондитерському виробництві. Науково-виробничий журнал "Харчова наука і технологія". 2014. С. 1-7.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

26. Євлаш В. В., Гурікова І. М. Харчові добавки. Короткий конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.030510" Товарознавство і торговельне підприємництво". 2013. С. 12-18.

27. Е 200 – Сорбінова кислота. URL: <http://surl.li/eajwc>. (дата звернення: 10.12.2022).

28. Етанол. Загальна характеристика. Фізичні властивості  
URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BB> (дата звернення: 10. 12.2022).

29. Вода. Загальна характеристика. Фізичні властивості URL:  
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0> (дата звернення: 10. 12.2022).

30. Лимонна кислота. Застосування. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0) (дата звернення: 10. 12.2022).

31. Lee, J., Wrolstad, R. E. Extraction of anthocyanins and polyphenolics from blueberry processing waste. Journal of food science. 2004. V. 69(7), P. 564-573.

32. Дубкова, Н. З., Тухбієва, Е. Х. Технологія одержання порошку з ягід чорниці. Техніка та технологія харчових виробництв. 2010. Т. 2 (17). С. 65-68.

33. Ковалевський, К. А., Мамай, О. І., Валько, М. І., Шанін, О. Д., Кузьміна, Т. О. Технологія виробництва натуральних харчових барвників. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 2. С. 155-159.

34. Попова, Н. В., Зав'ялов, В. Л., Мисюра, Т. Г., Ключко, О. І. Періодичне віброекстрагування харчового барвника із темних сортів винограду. Вібрації в техніці та технологіях. 2009. № 4(56). С. 137-140.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			



44. І.Ф. Малежи, О.С. Марценюк, Л.М. Мельник та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування : навч. посіб. для студ. вищ. нав. закл; за ред. І.Ф. Малежика. – Київ : НУХТ, 2012. С. 253.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

## ДОДАТКИ

### ДОДАТОК А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Документация</i>		
		1		<i>Корпус</i>	1	
		2		<i>Перекриття камери</i>	1	
		3		<i>Електродвигун</i>	1	
		4		<i>Масляний фільтр</i>	1	
		5		<i>Шатер</i>	1	
		6		<i>Електроталь</i>	1	
		7		<i>Підставка</i>	1	
		8		<i>Вібратор</i>	1	
		9		<i>Відцентровий розпилюючий механізм</i>	1	
		10		<i>Розпилюючий диск</i>	1	
		11		<i>Завихрююча головка</i>	1	
		12		<i>Трубопровід для сушильного агенту</i>	1	
		13		<i>Оглядове вікно</i>	1	
		14		<i>Опора сушильної камери</i>	1	
		15		<i>Захисний козирок</i>	1	
		16		<i>Вивантажувач до пневмотранспорту</i>	1	
		17		<i>Захисний козирок</i>	1	
		18		<i>Трубопровід відпрацьов. агента</i>	1	
		19		<i>Ізоляція</i>	1	
		20		<i>Лаз</i>	1	

ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.077.КР.ПЗ

Змн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розроб.		Коновалова В.Ю.		
Перевір.		Подобій О. В.		
Н.контр.		Бойчук Т.М.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		

ДОДАТКИ

Літ.	Арк.	Арк	Арк
		77	77

НУХТ Каф. ТЖХТ