

**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 2022 р.

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

«\_\_» червня 2022 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 виробництва антоціанів (Е163а)  
з лушпиння насіння соняшника

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

КОНОНЕНКО Марія Вячеславівна  
(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) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 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

“ ” 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кононенко Марія Вячеславівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виробництва антоціанів (Е163а) з лушпиння насіння соняшника

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” березня 2022 року № 168-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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

## 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	05.05.2022	31.05.2022

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 1 квітня 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.05.2022	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-04.05.2022	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	05.05.2022-10.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	11.05.2022-15.05.2022	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	16.05.2022-18.05.2022	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19.05.2022-24.05.2022	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2022-29.05.2022	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2022-31.05.2022	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-30.05.2022	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	03.05.2022-15.05.2022	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.05.2022-20.05.2022	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	01.06.2022-05.06.2022	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Марія КОНОНЕНКО**

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Олена ПОДОБІЙ**

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 75 С., 12 РИС., 22 ТАБЛ., 35 ДЖЕРЕЛ.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра технологія виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника потужністю 100 кг/добу.

На підставі проведеного аналізу науково-технічної літератури обґрунтовано вибір оптимальної технології виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника та розглянуто шляхи її удосконалення.

Запропоновано принципову технологічну схему технології виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

Розраховано матеріальний баланс, згідно якого за зміну з 8000 кг лушпиння насіння соняшника можемо отримати 100 кг антоціанового порошку. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу.

Розраховано молоткову дробарку. Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника, в результаті рентабельність виробництва складає 10%, а ціна за 1 мішок барвника (5 кг) - 1884,8 грн.

Запропоновано методи контролю якості порошкоподібного барвника. Наведено характеристику екологічної безпеки виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника та описано заходи з охорони праці.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АНТОЦІАНИ, ЛУШПИННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА, ВИРОБНИЦТВО, ХАРЧОВА ДОБАВКА, МОЛОТКОВА ДРОБАРКА, АНТОЦІАНОВИЙ ПОРОШОК.

## **ABSTRACT**

EXPLANATORY NOTE: 75 P., 12 FIG., 22 TABLE, 35 SOURCE.

The topic of the bachelor's qualification work is the technology of production of anthocyanins from sunflower seed husks with a capacity of 100 kg / day.

The choice of the optimal technology for the production of anthocyanins from sunflower seed husks is substantiated and the ways of its improvement are considered.

The basic technological scheme of anthocyanin production technology from sunflower seed husk is offered.

The material balance is calculated, according to which for a change from 8000 kg of sunflower husk we can get 100 kg of anthocyanin powder. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process was carried out.

The hammer crusher is calculated. According to the calculated data of material balance and selection of equipment proposed hardware and technological scheme for the production of anthocyanins from sunflower seed husks.

The technical and economic efficiency of the technology of production of anthocyanins from sunflower seed husks is calculated, as a result the profitability of production is 10%, and the price for 1 bag of dye (5 kg) - 1884.8 UAH.

Methods of quality control of powdered dye are proposed. The characteristics of ecological safety of anthocyanins production from sunflower seed husk are given and labor protection measures are described.

**KEY WORDS:** ANTOCYANES, SUNFLOWER SEED SKIN, MANUFACTURING, FOOD ADDITIVE, HAMMER CRUSHER, ANTOCYANIC POWDER.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	10
<b>1.1 Характеристика антоціанів</b> .....	10
<b>1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище</b> .....	13
<b>1.3 Галузі використання антоціанів</b> .....	14
<b>1.4 Стан сировинної бази</b> .....	16
<b>1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва антоціанів</b> .....	17
<b>1.6 Особливості технології отримання антоціанів з лушпиння соняшника шляхом екстрагування</b> .....	20
<b>РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	22
<b>2.1 Характеристика вихідної сировини</b> .....	22
<b>2.2 Опис принципової технологічної схеми</b> .....	23
<b>2.3 Розрахунок матеріального балансу виробництва</b> .....	26
<b>2.4 Тепловий баланс процесу сушіння</b> .....	31
<b>2.5 Підбір основного технологічного обладнання</b> .....	33
<b>2.5 Розрахунок параметрів молоткової дробарки</b> .....	41
<b>2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми</b> .....	47
<b>РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b> .....	50
<b>РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b> .....	56
<b>4.1 Характеристики готових порошкоподібних барвників</b> .....	58
<b>4.2 Методи контролю якості порошкоподібних барвників</b> .....	60
<b>РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	63
<b>5.1 Охорона навколишнього середовища</b> .....	63
<b>5.2 Екологія виробництва</b> .....	64
<b>РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	65
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	71
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	72

					<b>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.006.КР.ПЗ</b>					
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Підпи-	Да-	<b>ЗМІСТ</b>					
Розроб.	Кононенко М.В							Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Подобій О.В.							6		
Н. Контр..	Бойчук Т.М.							НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.	Носенко Т.Т.									

## ВСТУП

Харчові добавки використовуються людьми з давніх-давен. Однак лише наприкінці XIX століття почалося активне використання добавок у теперішньому розумінні і досить таки швидко було досягнуто максимального поширення в усіх країнах світу. Нині виробництво більшості харчових продуктів неможливе без застосування харчових добавок. Це пов'язано з удосконаленням технологій підготовки і перероблення харчової сировини, прискоренням або полегшенням технологічного процесу, підвищення стійкості продуктів до різного псування, збільшення терміну придатності, зберігання природних властивостей харчового продукту, підвищення стійкості продукції до транспортування та зберігання, розробка нової продукції та ін.

Особливе місце серед харчових добавок посідають барвники. Натепер харчові барвники використовуються у виробництві численних продуктів – кондитерських, макаронних, хлібобулочних та м'ясних виробів, алкогольних та безалкогольних напоїв, консервованих продуктів, маргаринів, спредів, сніків, йогуртів та ін. Метою їх застосування є підвищення інтенсивності природного забарвлення або його відновлення після технологічного оброблення чи зберігання; покращення органолептичних властивостей; зафарбовування безбарвних продуктів.

Антоціани – пігментні речовини, які відносяться до флавоноїдів, що являють собою природні фенольні сполуки і нагромаджуються в усіх органах рослин у формі глікозидів. Вони знаходяться в рослинах, зумовлюючи переважно червоне, фіолетове і синє забарвлення плодів, пелюсток квітів і листя.

Пошук оптимального способу і умов отримання антоціанів є актуальною темою, тому що вони є природними речовинами, що дозволяє активно застосовувати їх в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловостях.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.007.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Кононенко М.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Подобій О. В.</i>				7	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			<b>ВСТУП</b>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
					<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		

Напрямок розширення асортименту харчових барвників, що мають природне походження представляється **актуальним** на даний час. Соняшник є основною олійною культурою в Україні, в результаті переробки його насіння щороку в якості вторинні продуктів отримують близько 100000 тон лушпиння. Отже, лушпиння насіння соняшника – це дешева і доступна сировина і пошук нових напрямів її використання є актуальним. Враховуючи вище зазначене вважаю, що за допомогою накопиченої наукової бази знань стане можливо вивести на новий рівень розроблення економічно-прийнятної технології одержання натуральних барвників з відходів переробки олійно-жирової промисловості України.

**Мета роботи:** на підставі проведеного аналізу науково-технічної літератури запропонувати технологію отримання антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

**Об'єкт дослідження:** технологія отримання антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

**Предмет дослідження:** антоціани E163.

**Завдання:**

1. Провести аналітичний огляд науково-технічної літератури за темою роботи.
2. Розглянути основні технології отримання антоціанів з рослинної сировини та вивчити основні їх джерела.
3. Розробити технологію виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника.
4. Розрахувати матеріальний баланс виробництва антоціанів.
5. Розрахувати тепловий баланс процесу сушіння.
6. Провести підбір основного технологічного обладнання та розрахувати апарат.
7. Запропонувати апаратно-технологічну схему отримання антоціанів.
8. Розрахувати економічну ефективність виробництва антоціанів.

					<b>ВСТУП</b>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Вивчити питання охорони праці та охорони навколишнього середовища при виробництві антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

Апробація: Кононенко М.В., Подобій О.В. Отримання антоціанів з лушпиння насіння соняшника. 88 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у 21 столітті», - Квітень-Травень 2022 р. – К.:НУХТ, 2022 р. – Ч. 2. С. 206-207.

					<b>ВСТУП</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Характеристика антоціанів

Антоціани - це природний барвник, що відповідає за червоний, фіолетовий та синій кольори багатьох овочів та фруктів, та також за червоно-фіолетові і рожеві відтінки пелюсток квітів. [1]

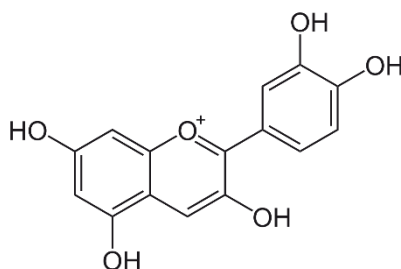
Найбільш багатими на антоціанові барвники є відходи чорної смородини, чорниці, вишні, чорноплідної горобини, журавлини, бузини, полуниці, малини, шипшини (рис.1.1). Дана сировина є основним джерелом для отримання червоного барвника. [3]



Рис.1.1 Основні джерела антоціанів

Найпоширенішими антоціанами, що відповідають за забарвленням фруктів та овочів, є:

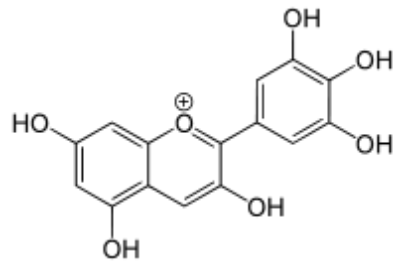
- ціанідин (чорна смородина, бузина, малина, червона капуста, смородина);



Структурна формула ціанідину

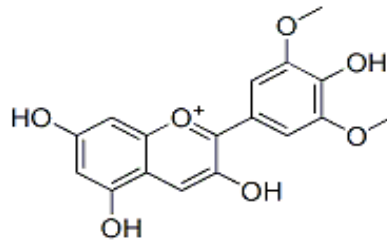
- дельфінідин (чорна смородина, чорниця);

					<b>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.010.КР.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Кононенко М.В.			<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушіє</b>
Перевір.		Подобій О. В.					10	
Н. Контр.		Бойчук Т.М.			НУХТ Каф. ТЖХТ			
Затверд.		Носенко Т.Т.						



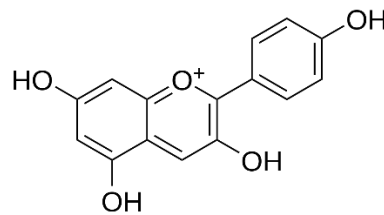
Структурна формула дельфінідину

- мальвідин (виноград);



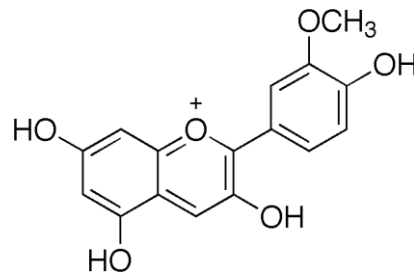
Структурна формула мальвідину

- пеларгонідин (полуниця і редис);



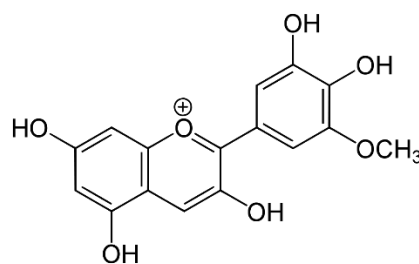
Структурна формула пеларгонідину

- пеонідин (журавлина);



Структурна формула пеонідину

- петунідин (чорниця).



Структурна формула петунідину

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вміст антоціанів в різних продуктах різний, це відображається й на кольорі продуктів (рис.1.2).



Рис.1.2 Вміст антоціанів в деяких ягодах

Харчова добавка E163 – це група природних барвників – антоціани. Антоціани є водорозчинними пігментами вакуолей рослин. В залежності від рН антоціани можуть бути червоного, синього або фіолетового кольору та їх різних відтінків. [3]

В природі основною функцією антоціанів є забарвлення рослин яскравими кольорами, це необхідно для притягування комах до запилення. Також для рослин антоціани виконують сонцезахисну роль, захищаючи їх від шкідливого ультрафіолетового випромінювання.

Як захист від ультрафіолету, антоціани служать не лише для рослин, а і для людей. Косметичні засоби, що містять в своєму складі антоціани є захистом від ультрафіолетового випромінювання.

Антоціани є сильними антиоксидантами. Перевагою антоціанів є те, що вони зберігають свої антиоксидантні властивості навіть при вживанні рослин іншим організмом. Як антиоксиданти, антоціани використовують і в косметиці, в складі засобів anti-age спрямування. [1]

Також антоціани володіють унікальною здатністю, вони підвищують захисну функцію організму при боротьбі з вірусами, радіацією та інфекціями.

Вони є ефективними при анемії, оскільки здатні підвищувати рівень гемоглобіну в крові, а також зміцнюють капілярну систему організму. Антоціани здатні нормалізувати обмін речовин в організмі, як наслідок: підвищення засвоєності вітамінів та мінеральних речовин, які потрапляють в організм разом з їжею.[3]

## 1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище

Виробництво харчового барвника Е163 з лушпиння насіння соняшника є єдиним економічним комплексом, який складається з:

- вирощування, збір, заготівлю рослинної сировини;
- зберігання сировини, матеріалу;
- підготовки сировини і її переробки;
- розфасовки готової продукції, її зберігання та відправки споживачу.

Основними технологічними стадіями є: подрібнення рослинної сировини, віджим та фільтрування отриманої рідкої фракції, концентрування (упарювання) або (і) сушка. Випускні форми натуральних барвників: у вигляді концентрованої пасти (до 60% фарбувальних речовин) і в порошковій формі (95-99% фарбувальних речовин). [8]

Таке виробництво базується за принципом гнучких технологічних модулів, із забезпеченням максимальної мобільності перебудови під конкретні замовлення, виходячи з поточних потреб.

Виробництво натуральних барвників є екологічним та може бути практично безвідходним. Прерогативою такого виробництва є позитивні властивості даної продукції. [12]

Переваги натуральних барвників: біологічна активність, нетоксичність.

Біологічна активність натуральних барвників:

- бактерицидна дія;
- участь в окисно-відновних реакціях організму людини;
- антиоксидантні здатності;
- вони є джерелами мінеральних речовин;

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- здатні до підвищення міцності стінок капілярів, до зменшення проникності капілярів – Р-вітамінна активність.

В сьогоденні існує тенденція з виділення та використання в харчових цілях переважно барвників, що мають природне походження. Так, екстракти антоціанів з рослинної сировини використовують в харчовій промисловості як натуральні барвники для фарбування харчових продуктів. Різницею від багатьох синтетичних барвників антоціанами мають природний колір, характерний для натуральних харчових продуктів. [14]

### 1.3 Галузі використання антоціанів

**Харчова галузь.** Найчастіше використання E163 для фарбування кондитерських виробів, безалкогольних напоїв, різних соусів, фарбування вина тощо. Також антоціановий барвник знайшов своє застосування в додаванні кольору продуктам з фруктів, що піддалися різній обробці, деяких сортів сиру та майонезу. [7]

Для фарбування кисломолочних продуктів та молока антоціановий барвник не застосовують, так як ця продукція має рН вище 4, то в них він змінює колір з червоного на синій.

**Фармацевтична галузь.** Дуже поширене використання E163 як барвника в цій галузі. E163 допомагає фарбувати різні біологічно активні добавки та вітамінні комплекси.

Фармацевтичні заводи застосовують антоціановий барвник як безпечну речовину для фарбування таблеток або рідин для внутрішнього застосування.

Також E163 використовують в якості лікарського препарату призначеного для загального зміцнення організму, оскільки ця добавка є аніоксидантом. Має місце бути також застосування в якості добавки в протиракових медикаментозних препаратах, оскільки антоціани знижують ризик виникнення онкологічних захворювань. Ця барвна хімічна сполука застосовується і в препаратах проти ультрафіолету. [3]

					<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

**Косметична галузь.** В цій галузі добавка E165 здобула велику популярність також. Косметична промисловість зацікавлена у використанні антоціанів не тільки у ролі барвників, а також у ролі одних з основних компонентів "антівікової" косметики. Це ідеальні компоненти для догляду за проблемною та втомленою шкірою, вони звожують її, живлять, тонізують, нормалізують роботу сальних залоз, покращують колір обличчя. Антоціани сприяють відновленню зруйнованих волокон, стимулюють синтез колагену, зміцнюють судини, запобігають куперозу, мають протизапальні та тонізуючі властивості.

Антоціани є сильними антиоксидантами – вони зв'язують вільні радикали кисню і перешкоджають пошкодженню мембран клітин.[4]

Антиоксиданти відіграють важливу роль в запобіганні та відновленні ушкоджень, спричинених вільними радикалами, які ми накопичуємо упродовж усього життя. На рівні шкіри це призводить до розщеплення наших природних запасів колагену і сприяє запаленню, яке веде до утворення тонких ліній і зморшок, втрати еластичності, нерівного тону шкіри і, в деяких випадках, збільшує ризик виникнення раку шкіри. Антиоксиданти використовуються для нейтралізації шкоди, що завдається вільними радикалами. Вони виконують функцію профілактики видимих ознак старіння, освітлюють шкіру, захищають від УФ-випромінювання, сприяють відновленню шкіри після травм і знижують запальні зміни. Вони відіграють життєво важливу роль у забезпеченні здоров'я шкіри і мають бути частиною кожного догляду.

Вплив на шкіру сонячного УФ-випромінювання призводить до запалення, окисного стресу, пошкодження ДНК, порушення регуляції клітинних сигнальних шляхів та імуносупресії, що призводить до раку шкіри. [8]

Антоціани - це природний сонячний щит, який може зменшити шкоду, викликану ультрафіолетовими променями. Антоціани можуть ефективно захищати клітини шкіри, запобігати окисленню клітин, досягати ефекту захисту від сонця. Поглинаючи УФ-випромінювання, антоціани знижують ризик пошкодження структури подвійної спіралі ДНК, які перешкоджають правильному синтезу білка і поділу клітин.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

**Технічна галузь.** Барвник E163 застосовують для фарбування органічних сонячних батарей, оскільки антоціани мають здатність поглинати світлові хвилі і перетворювати їх на електрони. [1]

#### **1.4 Стан сировинної бази**

Сировинною базою є лушпиння насіння соняшника. Соняшник є основною олійною культурою в Україні, під час переробки його насіння щороку в якості вторинної продукції (відходів) отримують сотні тисяч тонн лушпиння, а, отже, пошук нового напрямку використання лушпиння насіння соняшника, як доступної і дешевої сировини, є дуже актуальним.

У 2020 р. виробничий потенціал соняшника не було повністю реалізовано, незважаючи на рекорди в посівних площах під культурою (6,6 млн га). Посушлива погода негативно вплинула не лише на врожайність, а і на олійність. Згідно з оцінкою аналітиків ІА «АПК-Інформ», врожай соняшника в 2020/21 р. складає лише 14,3 млн тонн. [7]

Відповідно до отриманої інформації, в основних регіонах, де вирощують соняшника (Харківська, Дніпропетровська та Кіровоградська області) урожайність склала 23,1; 19,0; 16,6 ц/га. У Кіровоградській області цей показник в 2020 р. по відношенню до 2019 року знизився на 50%, а в Дніпропетровській – на 29%, Харківській – на 15%. Найвища врожайність в аграріях Сумської області – 29,8 ц/га (-16% до 2019 року), Чернігівської – 28,5 ц/га (-6%), Вінницької – 28,5 ц/га (-22%) та Хмельницької – 34,3 ц/га (+22%). Найнижча врожайність зафіксована в Миколаївській області – 13,6 ц/га (-40% до 2019 р.) та Одеській – 9,7 ц/га (-41%). Урожайність соняшнику в 2020 році у розрізі областей наведена на рис.1.3.[13]

					<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

### Урожайність соняшнику в 2020 р. у розрізі областей, ц/га\*



Рис.1.3 Урожайність соняшнику в 2020 р. у розрізі областей [13]

Соняшник відноситься до основних сільськогосподарських культур України. Високий вміст жиру та білка сприяє використанню продуктів переробки соняшника в харчовій і кондитерській промисловості, в годуванні тварин та має технічне застосування.

Соняшник вважають відносно трудолюбивою культурою, що вимагає багато вологи, хоча і вважається посухостійкою рослиною. Дана культура є дуже вибагливою до інтенсивного сонячного світла, добре зростає на чорноземі різних типів і каштанових ґрунтах, гірше – на важких глинистих, що схильні до заболочування та на супіщаних і піщаних. В Україні соняшник вирощують у всіх регіонах, але найбільше в південному та центральному регіоні. [6]

#### 1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва антоціанів

Технологія виноробства широко використовує натуральний барвник E163 для виробництва червоних виноматеріалів. В процесі виробництва відбувається екстрагування барвника E163 в розчин і в результаті продукт набуває

необхідного забарвлення. В такому випадку шкірки виноградних ягід – це джерело натурального барвника Е163, які модна потім з успіхом використовувати.

Виробництво природного барвника з відходів виноробного підприємства може бути здійснено наступним чином: апаратурно-технологічна схема такого виробництва наведена на рис.1.4.

Робота технологічної лінії організована таким чином (рис.1.10): на екстрактор 1 подають вичавки червоного сорту винограду, де за принципом протитечії відбувається ступінчасте екстрагування розчинних речовин (цукру і барвника) розчинником, що має низьку концентрацію сірчистого ангідриду. Дифузійний сік, отриманий в результаті, містить до 8 г/дм<sup>3</sup> виноградного барвника. Вичавки, які вишли з екстрактора, промиваються водою, потім пресуються на пресі 3 і направляються на сушіння та відокремлення виноградних насіниню Первинний барвник направляється в гідроциклон 2, щоб відокремити зважені частинки, потім барвник направляється в резервуар 4, де він відстоюється, після чого насосом 5 його відправляють через теплообмінник 6 на десульфідатор 7. Перед тим як подати на десульфідатор рекомендують фільтрувати первинний барвник, щоб видалити грубі домішки.

В десульфідатор барвник переходить підігрітим (до 96-98°C), в ньому він ще підігривається до температури кипіння. При цьому відбудеться виділення сірчастого ангідриду з водяною парою, що нейтралізуються лужним розчином.

Після десульфітації барвник надходить в збірник 8, з якого частина його повертається на повторну десульфітацію, а інша переходить на охолодження в теплообмінник 6, де в протитечії дифузійним соком і холодною водою здійснюється значне зниження температури продукту. Потім барвник переходить в бродильну установку 10.

Бродіння відбувається в емальованих резервуарах з сорочкою для підтримання температури 25-30°C. В бродильну установку додають винні дріжджі.

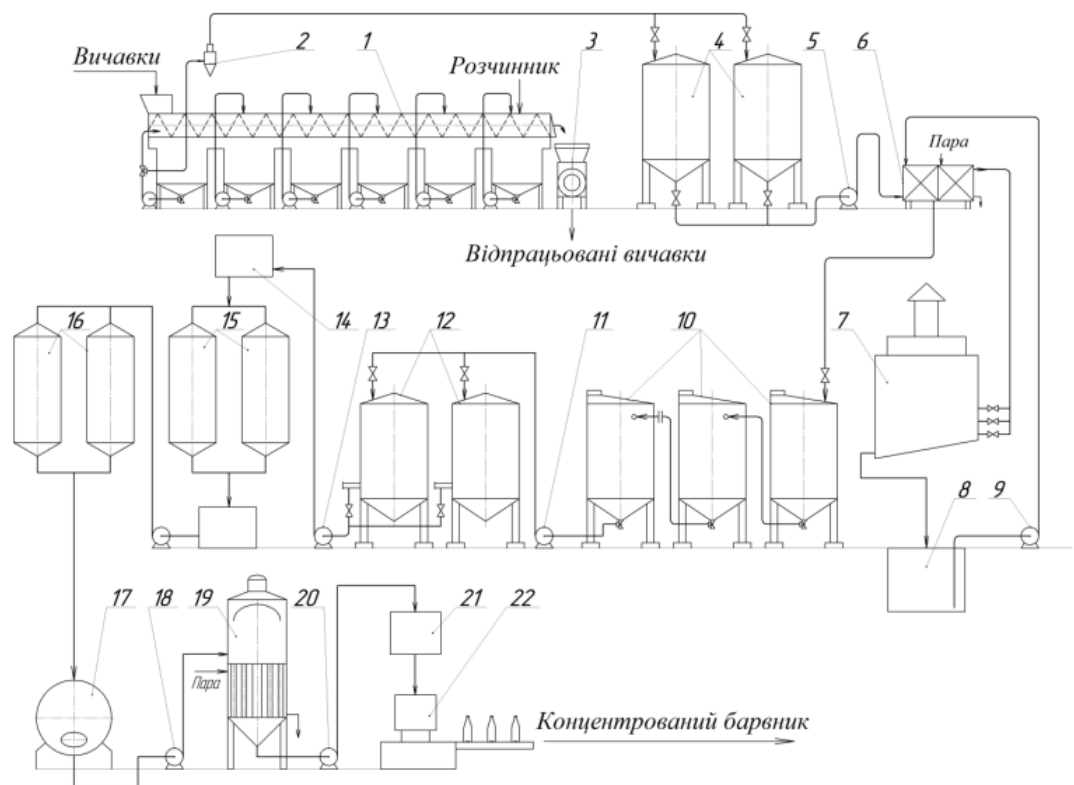


Рис.1.4 Апаратурно-технологічна схема виробництва виноградного барвника з використанням сірчистокиислового розчинника: 1 – екстрактор РЗ-ВЕА; 2 – гідроциклон; 3 – шнековий прес ВПО-20; 4 – збірники первинного барвника; 5, 9, 11, 13, 18, 20 – насоси; 6 – теплообмінник; 7 – десульфітатор; 8 – збірник десульфітованого барвника; 10 – бродильна батарея; 12 – відстійники; 14 – фільтр тонкого фільтрування; 15 – катіонітові фільтри; 16 – аніонітові фільтри; 17 – збірник очищеного первинного барвника; 19 – вакуум-апарат; 21 – збірник концентрату барвника; 22 – вузол розливу барвника.

Отриманий первинний збродженний барвник насосом направляється у відстійник 12, де відбудеться нетривале відстоювання та відокремлення барвника. Потім розчин барвника прокачується через фільтр тонкого очищення 14 на катіонітові фільтри 15.

Після катіонування барвник подається в збірник з насосом та направляється на аніонітовий фільтр 16, де відбудеться видалення надлишку органічних кислот та частини сірчистого ангідриду.

Очищений і освітлений первинний енобарвник накопичують в збірнику 17, звідти насосом 18 подають в вакуум-випарник 19, де його концентрують при 73 мм рт. ст. і температурі 48°C.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кратність випарювання визначається за вмістом фарбувальних речовин в очищеному екстракті з врахуванням досягнення 50 г/дм<sup>3</sup> еніну у готовому концентраті барвника. Останній концентрований барвник насосом 20 направляється в збірну ємність 21, а з неї самопливом – на лінію розливу та пакування 22. Барвник розливають в скляну тару.

### **1.6 Особливості технології отримання антоціанів з лушпиння соняшника шляхом екстрагування**

Для проведення екстрагування лушпиння соняшника, з метою вилучення антоціанів, необхідно попередньо подрібнити та знежирити сировину.

Подрібнення потрібне для збільшення площі поверхні контакту розчинника з сировиною.

Лушпиння соняшника багате на воскоподібні речовини, які заважають екстрагуванню антоціанів, тому для їх вилучення використовують попередню екстракцію або перколяцію сировини органічними розчинниками, такими як петролейний ефір, гексан тощо. Даний процес виконується при температурі виморожування воскоподібних речовин (10-12°C). Це температура кристалізації воску. Для подальшого вилучення воскоподібних речовин сировину витримують при цій температурі близько чотирьох годин та видаляють віск шляхом фільтрації. [8]

Знежирена сировина буде містити велику кількість залишків розчинника з воскоподібними речовинами, тому підлягає фільтрації для видалення екстракту та промивання шроту, за необхідності.

Екстракція антоціанів зазвичай проводиться за допомогою метанолу або етанолу, що містить невелику кількість кислоти. Немає суттєвої різниці в ефективності екстракції між етанолом або метанолом. Переважно використовують етанол, оскільки він менш токсичний, особливо при вживанні харчових продуктів і клінічних випробуваннях. Доцільно використовувати для екстракції слабкі кислоти, такі як винна, лимонна, хлоридна та інші, щоб не пошко-

					<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

дити структуру антоціанів. Рівень рН також має значний вплив на колір екстрактів антоціанів, показники поглинання та якість екстрагування. Крім того, показники поглинання збільшуються зі зниженням рівня рН розчинників. [10]

Сировину після екстракції необхідно відфільтрувати, а також фільтрувати екстракт від домішок, оскільки сировину можна використовувати як корм для тварин чи в інших галузях.

Очищений від домішок фільтрат повинен пройти процеси концентрування та ліофілізації для повного вилучення залишків розчинника та випарювання зайвої вологи. Після даних процесів буде отримано порошок з вологістю максимум 5%.

Отриманий порошок необхідно подрібнити для ефективнішого застосування та покращення зовнішнього вигляду, оскільки далі порошок фасується та відправляється на продаж. [9]

На підставі проведеного аналітичного огляду літератури оптимальним способом вилучення антоціанів з вторинної рослинної сировини є метод екстракції певним набором розчинників. Недоліком даної технології є велика затратність розчинників. Наприклад, для знежирення подрібненого лущиння соняшника необхідно в три рази більше розчинника, а це є дороговартісна сировина.

Технологія виробництва антоціанів з лущиння насіння соняшника є оптимальною як вторвиробництво олійно-жирової галузі, в такому випадку виробництво соняшникової олії буде майже безвідходним. А саме виробництво антоціанового барвника буде безвідходним, оскільки всі отримані відходи можна використати в інших галузях, наприклад, застосувати як корм для тварин.

## РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика вихідної сировини

Харчова добавка E163 – це група природних барвників – антоціани. Антоціани є водорозчинними пігментами вакуолей рослин.

Антоціани – чутливі: дія світла, температури, іонів металів, кисню, зміна рН – це все впливає на колір і стабільність антоціанів.

Молекули антоціанів мають позитивний заряд – це підвищує їхню розчинність у воді та особливо у кислому середовищі.

В таблиці 2.1 наведена характеристика харчової добавки E163.

Таблиця 2.1

#### Характеристика харчової добавки E163

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

					<b>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.022.КР.ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Літ.	Арк.	Аркушіє
Розроб.		Кононенко М.В.					22	
Перевір.		Подобій О. В.						
Н. Контр.		Бойчук Т.М.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

## 2.2 Опис принципової технологічної схеми

Принципова технологічна схема виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника наведена на рис.2.1 і передбачає такі стадії:

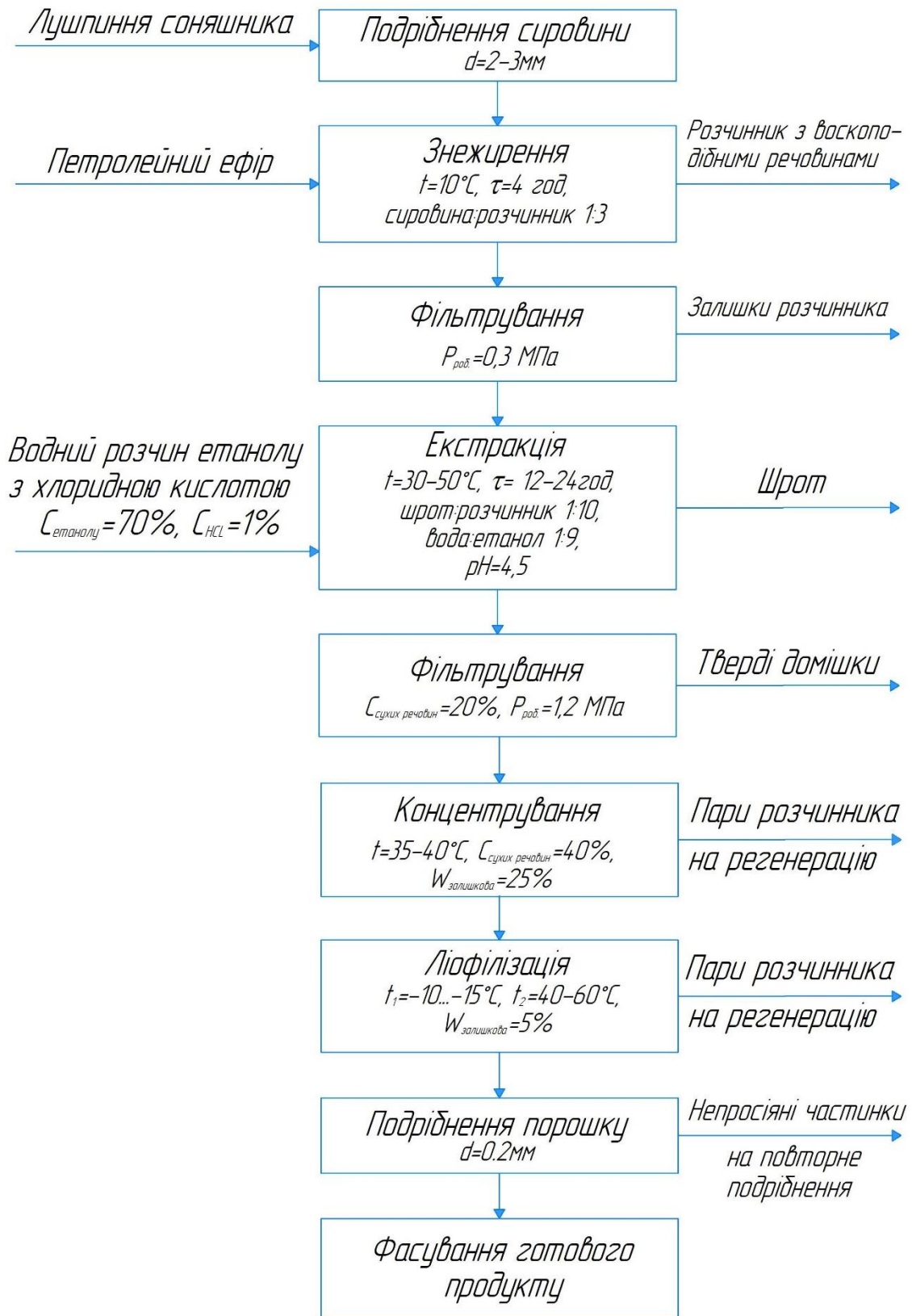


Рис.2.1 Принципова технологічна схема технології виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					23	

### 1. Подрібнення сировини.

Метою стадії є подрібнення сировини до розміру  $d=2-3\text{мм}$  для кращого проведення подальших процесів екстрагування.

Лушпиння потрапляючи до дробильної камери молоткової дробарки подрібнюється і після чого видаляється через сита. Даний процес призводить до збільшення питомої площі поверхні і прискорить подальші процеси екстрагування.

### 2. Знежирення.

З метою подальшої кращої екстракції підкисленими водно-спиртовими розчинами проводять знежирення сировини.

Подрібнена сировина переходить в перколятор, для перколяції петролейним ефіром. Параметрами процесу вилучення воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння методом перколяції є: співвідношення соняшникове лушпиння:розчинник 1:3, тривалість процесу 4 год., температура виморожування  $10^{\circ}\text{C}$ . Даний процес необхідний для вилучення воскоподібних компонентів з соняшникового лушпиння, оскільки для наступних процесів ці речовини не потрібні. Їх вилучають для подальшого багатоцільового використання, наприклад, в харчовій промисловості (для гляцювання кондитерського драже).

### 3. Фільтрування.

Оскільки після перколяції ми використовуємо для подальшого процесу знежирену сировину, а не фільтрат. Необхідно відфільтрувати залишки фільтрату від сировини – це є метою даної стадії. Обираємо нутч-фільтр з такими параметрами  $P_{\text{роб.}} = 0,3 \text{ МПа}$ .

### 4. Екстрагування.

Мета процесу екстракції - це вилучення антоціанів із сировини.

Шрот переходить в екстрактор для подальшої екстракції водно-спиртовим розчином. Відомо, що вихід речовини залежить від застосовуваного розчинника, температури і тривалості процесу. Співвідношення сировини і розчинника 1:10, співвідношення в водно-спиртовому розчині етанол:вода 9:1.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Концентрація етанолу 70%, концентрація хлоридної кислоти 1%. Температура процесу від 40°C до 50°C, оскільки з'ясовано, що найкраще колір зберігається, якщо температура при екстрагуванні не перевищує 70°C. Час процесу 12-24 години.

#### 5. Фільтрування.

Оскільки після екстракції розчин містить велику кількість сторонніх домішок, які впливають на якість готового барвника, необхідно очистити шляхом фільтрування. Обираємо рамний фільтр-прес з такими параметрами  $P_{max} = 1,5$  МПа,  $P_{роб.} = 1,2$  МПа. Домішки відокремлюються, а забарвлена рідина – фільтрат, переходить до наступного процесу. Метою стадії є очищення фільтрату від домішок.

#### 6. Концентрування.

Забарвлена рідина надходить у випарник. Метою стадії є видалення розчинника з напівпродукту. Температура процесу 35-40°C. Концентрація сухих речовин 20%. Залишкова вологість становить 25%.

#### 7. Ліофілізація.

Метою стадії ліофілізації є сублимація залишків розчинника. Забарвлений концентрат подається спочатку в шоковий холодильник, його заморожують для збереження лабільних компонентів практично в незмінному вигляді, а потім поміщають у вакуумну камеру, де відбувається майже повне видалення розчинника. Температура заморожування -10..-15°C, температура у вакуумній камері 40-60°C. Залишкова вологість після процесу 5%.

#### 8. Подрібнення.

Після ліофілізації забарвлена сировина надходить в кульовий млин. Відбувається подрібнення до розміру частинок  $d=0,2$  мм. Даний процес необхідний для подрібнення забарвленої твердої сировини в порошок. Неподрібнені частинки, що залишаються на ситах, переходять на повторне подрібнення.

Мета – подрібнення сировини в порошок.

#### 9. Фасування готового продукту.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Забарвлений порошок розфасовується у пластикову тару, щільно закривається кришкою. Додаткові прокладки, що герметизують, захищають продукт від попадання вологи.

Відповідно міжнародних вимог на упаковці має бути зазначено найменування барвника, умови зберігання та термін придатності.

### 2.3 Розрахунок матеріального балансу виробництва

**Матеріальний баланс виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника потужністю 100 кг/добу**

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

$$C_{\text{вихідних продуктів}} = C_{\text{кінцевих продуктів}} \quad (2.1)$$

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

#### Матеріальний баланс стадії подрібнення сировини

Першою стадією є подрібнення лушпиння насіння соняшника. Витрати сировини складають 0,1%. Дані наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

#### Матеріальний баланс стадії подрібнення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Лушпиння насіння соняшника	8000 кг	Подрібнене лушпиння насіння соняшника	7500 кг
		<i>Відходи</i>	492 кг
		<i>Втрати</i>	8 кг
<b>Всього</b>	<b>8000 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>8000 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії знежирення сировини

Другою стадією є знежирення подрібненого лушпиння насіння соняшника – перколяція петролейним ефіром. Витрати сировини складають 0,1%. Дані наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

### Матеріальний баланс стадії знежирення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Подрібнене лушпиння насіння соняшника	7500 кг	Знежирене лушпиння насіння соняшника з залишками розчинника	7900 кг
Петролений ефір	20000 кг	Екстракт	18225 кг
		<i>Відходи</i>	1347,5 кг
		<i>Втрати</i>	27,5 кг
<b>Всього</b>	<b>27500 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>27500 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

Третя стадія – фільтрування знежиреної сировини від залишків розчинника. Витрати сировини складають 0,3%. Дані наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Знежирене лушпиння насіння соняшника з залишками розчинника	7900 кг	Знежирене лушпиння насіння соняшника	2400 кг
		Залишки розчинника	5105 кг
		<i>Відходи</i>	371,3 кг
		<i>Втрати</i>	23,7 кг
<b>Всього</b>	<b>7900 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>7900 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії екстрагування

Четверта стадія – екстракція знежиреного лушпиння насіння соняшника водним розчином етанолу з хлоридною кислотою. Витрати сировини складають 0,1%. Дані наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

### Матеріальний баланс стадії екстрагування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Знежирене лушпиння насіння соняшника	2400 кг	Відпрацьований шрот	2900 кг
Водний розчин етанолу з хлоридною кислотою	3000 кг	Забарвлений екстракт	2000 кг
		<i>Відходи</i>	494,6 кг
		<i>Втрати</i>	5,4 кг
<b>Всього</b>	<b>5400 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>5400 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

П'ятою стадією є фільтрування забарвленого екстракту від домішок. Витрати сировини складають 0,9%. Дані наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений екстракт	2000 кг	Забарвлена рідина	1190 кг
		Домішки	730 кг
		<i>Відходи</i>	62 кг
		<i>Втрати</i>	18 кг
<b>Всього</b>	<b>2000 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>2000 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії концентрування

Шоста стадія – це концентрування забарвленої рідини для повного виділення залишків розчинника. Отриманий концентрат без пари водного розчину етанолу становить 1/3 ~ 1/7 від початкового об'єму. Витрати сировини складають 0,9%. Дані наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

### Матеріальний баланс стадії концентрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлена рідина	1190 кг	Концентрат	170 кг
		Пари водного розчину етанолу	972,4 кг
		<i>Відходи</i>	36,89 кг
		<i>Втрати</i>	10,71
<b>Всього</b>	<b>1190 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>1190 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії ліофілізації

Сьомою стадією є ліофілізація. Врахуємо, що вологість складає 30%, залишкова вологість має складати 5%. Витрати сировини складають 0,6%. Дані наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

### Матеріальний баланс стадії ліофілізації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Концентрат, в т.ч. -волога	170 кг 51 кг	Забарвлений порошок	110,5 кг
		Волога в т.ч.:	
		- випарена	42,5 кг
		- залишкова	8,5 кг
		<i>Відходи</i>	7,5 кг
		<i>Втрати</i>	1 кг
<b>Всього</b>	<b>170 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>170 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії подрібнення

Восьма стадія – це подрібнення готового порошку на більш дрібну фракцію. Витрати сировини складають 1%. Дані наведено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

### Матеріальний баланс стадії подрібнення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений порошок	110,5 кг	Забарвлений подрібнений порошок	105 кг
		<i>Відходи</i>	4,4 кг
		<i>Втрати</i>	1,1кг
<b>Всього</b>	<b>110,5 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>110,5 кг</b>

### Матеріальний баланс стадії фасування

Дев'ята стадія – це фасування забарвленого подрібненого готового продукту. Витрати сировини складають 1%. Дані наведено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

### Матеріальний баланс стадії фасування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Забарвлений порошок	105 кг	Забарвлений подрібнений порошок	100 кг
		<i>Відходи</i>	3,95 кг
		<i>Втрати</i>	1,05 кг
<b>Всього</b>	<b>105 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>105 кг</b>

### Матеріальний баланс виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника

Таблиця 2.11

### Зведена таблиця матеріального балансу виробництва антоціанів

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Лушпиння насіння соняшника	8000 кг	Подрібнене лушпиння насіння соняшника	7500 кг

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.11

Подрібнене лушпиння насіння соняшника	7500 кг	Знежирене лушпиння насіння соняшника з залишками розчинника	7900 кг
Петролений ефір	20000 кг	Екстракт	18225 кг
Знежирене лушпиння насіння соняшника з залишками розчинника	7900 кг	Знежирене лушпиння насіння соняшника	2400 кг
		Залишки розчинника	5105 кг
Знежирене лушпиння насіння соняшника	2400 кг	Відпрацьований шрот	2900 кг
Водний розчин етанолу з хлоридною кислотою	3000 кг	Забарвлений екстракт	2000 кг
Забарвлений екстракт	2000 кг	Забарвлена рідина	1190 кг
		Домішки	730 кг
Забарвлена рідина	1190 кг	Концентрат	170 кг
		Пари водного розчину етанолу	972,4 кг
Концентрат, в т.ч. -волога	170 кг 51 кг	Забарвлений порошок	110,5 кг
		Волога в т.ч.: - випарена - залишкова	42,5 кг 8,5 кг
Забарвлений порошок	110,5 кг	Забарвлений подрібнений порошок	105 кг
Забарвлений порошок	105 кг	Забарвлений подрібнений порошок	100 кг
		<i>Відходи</i>	2820,1 кг
		<i>Втрати</i>	96,5 кг
<b>Всього</b>	<b>52375,5 кг</b>	<b>Всього</b>	<b>52375,5 кг</b>

Отже, можемо зробити висновок, що з 8000 кг лушпиння насіння соняшника можна отримати даною технологією виробництва 100 кг барвника.

#### 2.4 Тепловий баланс процесу сушіння

Оскільки, висушування в даній технології є одним із ключових процесів стадій виробництва, необхідно розрахувати тепловий баланс процесу сушіння.

Загальне рівняння теплового балансу процесу сушіння для контактних сушарок має вигляд:

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{\text{гр.п.}}(I_{\text{гр.п.}} - c_{\text{в}} \cdot T) = G_{\text{к}} \cdot c_{\text{м}} \cdot (\theta_{\text{к}} - \theta_{\text{п}}) + W(I_{\text{в}} - c_{\text{в}} \cdot \theta_{\text{н}}) + Q_{\text{витр.}} \quad (2.2)$$

де  $G_{\text{гр.п.}}$  – маса гріючої пари, кг/с;

$I_{\text{гр.п.}}$  – ентальпія гріючої пари Дж/кг; (2675,7 Дж/кг)

$c_{\text{в}}$  – теплоємність вологи кДж/кг·К (для води 4,19 кДж/кг·К);

$T$  – температура конденсації пару, °С (63°С);

$G_{\text{к}}$  – маса висушеного матеріалу, кг/с;

$c_{\text{м}}$  – теплоємність висушеного матеріалу, Дж/кг·К (1255,2 Дж/кг·К)

$\theta_{\text{к}}$  – температура висушеного матеріалу, °С (50 °С);

$\theta_{\text{п}}$  – температура вологого матеріалу, °С (40 °С);

$W$  – кількість вологи, що випаровується, кг/с (з мат. балансу 33,25 кг/с);

$I_{\text{в}}$  – ентальпія парів, утворились із вологи матеріалу, Дж/кг (1876,7 Дж/кг);

$Q_{\text{витр.}}$  – витрати теплоти на компенсацію втрат теплоти в навколишнє середовище, кДж/кг.

**Розрахуємо масу висушеного матеріалу за формулою:**

$$G_{\text{к}} = G_{\text{н}} \frac{100 - W_{\text{п}}}{100 - W_{\text{к}}}, \text{ кг} \quad (2.3)$$

де  $G_{\text{н}}$  – маса вологого пігменту, кг (з мат. балансу 140 кг);

$W_{\text{п}}, W_{\text{к}}$  – початкова і кінцева вологість пігменту, %

$$G_{\text{к}} = 140 \frac{100 - 25}{100 - 5} = 110,5 \text{ кг}$$

**Витрати гріючого пару розраховуємо за формулою:**

$$G_{\text{гр.п.}} = \frac{G_{\text{к}} \cdot c_{\text{м}} (\theta_{\text{к}} - \theta_{\text{п}}) + W(I_{\text{в}} - c_{\text{в}} \cdot \theta_{\text{н}})}{(I_{\text{гр.п.}} - c_{\text{в}} \cdot T)} \quad (2.4)$$

$$G_{\text{гр.п.}} = \frac{110,5 \cdot 200,2 (50 - 40) + 33,25 (1876,7 - 4,19 \cdot 40)}{(2675,7 - 4,19 \cdot 63)} = 115,3 \text{ кг/с}$$

**Кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання матеріалу розраховуємо за формулою:**

$$G_{\text{к}} \cdot c_{\text{м}} \cdot (\theta_{\text{к}} - \theta_{\text{п}}) = G_{\text{гр.п.}}(I_{\text{гр.п.}} - c_{\text{в}} \cdot T) - W(I_{\text{в}} - c_{\text{в}} \cdot \theta_{\text{н}}), \text{ кДж} \quad (2.5)$$

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$G_K \cdot c_M \cdot (\theta_K - \theta_{II}) = 115,3 \cdot (2675,7 - 4,19 \cdot 63) - 33,25 \cdot (1876,7 - 4,19 \cdot 20) = 11145,5 \text{ кДж}$$

**Кількість теплоти, яка витрачається на випаровування вологи розраховуємо за формулою:**

$$W(I_B - c_B \cdot \theta_H) = G_{гр.п.} (I_{гр.п.} - c_B \cdot T) - G_K \cdot c_M \cdot (\theta_K - \theta_{II}), \text{ кДж} \quad (2.6)$$

$$W(I_B - c_B \cdot \theta_H) = 115,3 \cdot (2675,7 - 4,19 \cdot 63) - 21845,5 = 1115 \text{ кДж}$$

**Кількість теплоти, яка витрачається на компенсацію втрат теплоти в навколишнє середовище розраховуємо за формулою:**

$$Q_{витр.} = G_{гр.п.} (I_{гр.п.} - c_B \cdot T) - G_K \cdot c_M \cdot (\theta_K - \theta_{II}), \text{ кДж} \quad (2.7)$$

$$Q_{витр.} = 115,3(2675,7 - 4,19 \cdot 63) - 110,5 \cdot 200,2 \cdot (50 - 40) = 117 \text{ кДж}$$

Можемо зробити висновок, що для повного висушування 100 кг пігменту необхідно витратити  $11145,5 + 1115 + 117 = 12377,5$  кДж теплової енергії. В перерахунку на кіловати виходить 3,44 кВт.

## 2.5 Підбір основного технологічного обладнання

На підставі складеного матеріального балансу та розробленої принципової технологічної схеми виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника проводимо підбір основного технологічного обладнання із врахуванням його продуктивності.

**Молоткова дробарка** - механічна дробильна машина, яка застосовується для руйнування шматків, зерен і частинок мінеральної сировини і аналогічних матеріалів, шляхом дроблення породи ударами молотків, шарнірно закріплених на швидко обертається, ротора, а також методом руйнування шматків при ударах об плити корпусу дробарки.

Принцип роботи: Вихідний матеріал, безперервно подається через завантажувальну воронку в камеру дроблення. Дроблення відбувається за рахунок удару сировини про молотки, відбійники бронею і колосникових решіток, подрібнений продукт прокидається крізь отвори в решітці.

**Перколятор** (екстрактор) застосовується для отримання екстрактів на водній або спиртовій основі в основному з рослинної сировини.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Завантаження матеріалу виконується через завантажувальний люк, який герметично закривається кришкою. Робоча ємність має циліндричну або конічну форму. Завантажену сировину екстрагують розчинником, після чого фільтрують на фільтрувальній сітці. Процес перколяції проводиться до повного "виснаження" матеріалу. Вивантаження екстрагенту проводиться через вивантажувальний люк.

**Нутч-фільтр** працює як під надлишковим тиском, так і під вакуумом. Вивантаження осаду з фільтра є механізоване. Для того, щоб видалити осад з фільтра на циліндричній частині корпуса є люк. Апарат має відкидне днище, яке кріпиться до корпуса фільтра на болтах і відкидається на шарнірі.

Для суспензії і стисненого повітря є роздільні штуцери, фільтрат видаляють через спускний кран. Процес роботи фільтра складається з заповнення його суспензією через клапан; фільтрування суспензії або під вакуумом, або під тиском; механічне видалення осаду з фільтрувальної перегородки; видалення, через клапан, фільтрату; регенерація фільтрувальної перегородки. Будова апарату наведена на рис.2.2.

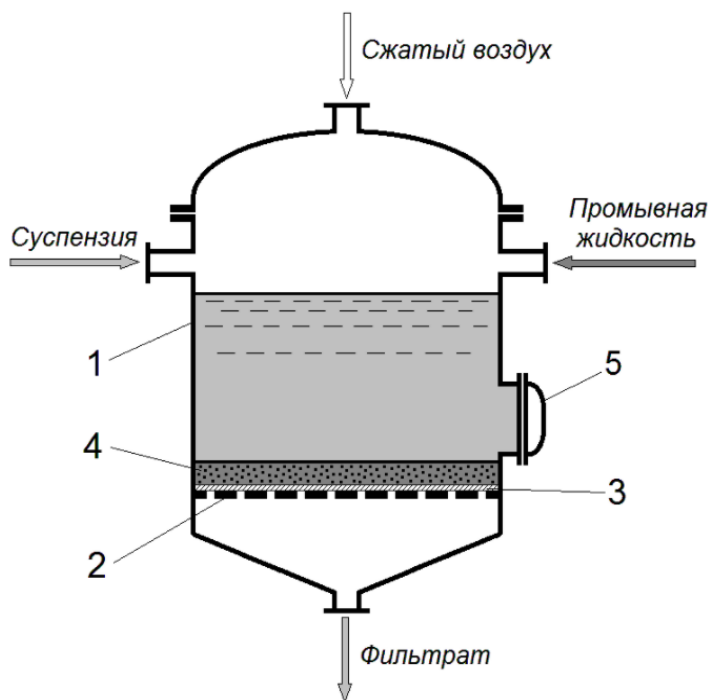


Рис.2.2. Закритий нутч-фільтр: 1 – корпус, 2 – опорні ґрати, 3 – фільтрувальна тканина, 4 – осад, 5 – люк для вивантаження осаду.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

**Вертикальний шнековий екстрактор** працює за принципом протитечії. Складається апарат із завантажувальної колони (1), з'єднувального шнека (2) і екстракційної колони (3). Екстракційна і завантажувальна колони представлені як вертикальні циліндри, всередині кожної обертається шнековий вал. Між ними розміщений шнековий вал, який передає сировину з завантажувальної колони в екстракційну. Сировину подають зверху в завантажувальну колону, матеріал шнеком переходить по колоні вниз, потім переходить в екстракційну колону, де завдяки шнеку переміщається до гори. Вгорі відпрацьований матеріал віджимається від розчинника і виштовхується з колони. Свіжий розчинник весь час подається у верхню частину екстракційної колони, в якій зустрічається із матеріалом, збідненим на екстрактивні речовини. По мірі проходження вниз по колоні розчинник витягує з матеріалу діючі речовини. Потім розчинник, насичений екстрактивними речовинами, переходить в завантажувальну колону і видаляється з колони. Будова апарату наведена на рис.2.3.

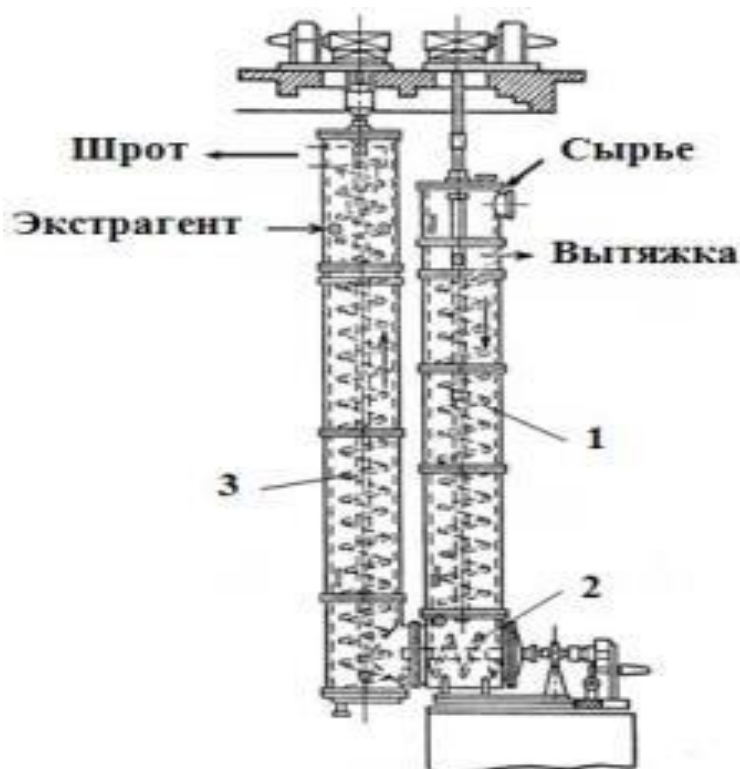


Рис.2.3.Вертикальний шнековий екстрактор: 1 – завантажувальна колона, 2 – шнек горизонтальний, 3 – екстракційна колона.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

**Рамний фільтр-прес** – це фільтр періодичної дії, який виконує свою роботу під тиском, в якому напрямок сили ваги є перпендикулярним руху фільтрату. Будова апарату наведена на рис.2.4.

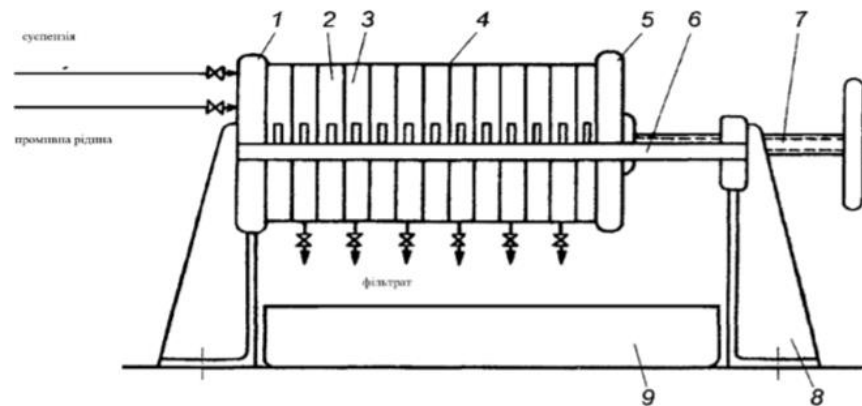


Рис.2.4. – Рамний фільтр-прес: 1 – опорна плита; 2 – рама; 3 – плита; 4 – фільтрувальна перегородка; 5 – рухома кінцева плита; 6 – горизонтальна напрямна; 7 – затискний гвинт; 8 – станина; 9 – жолоб збору фільтрату чи промивної рідини.

Для утворення камери для осаду порожню раму фільтр-преса розташовуються між двома плитами. Отвори в рамах і плитах збігаються, для утворення каналів проходу для суспензії та промивної води. Фільтрувальну тканину (перегородку) розміщують між рамами і плитами, отвори в перегородці мають збігатися із отворами у рамах і плитах.

В фільтр-пресі стиснення рам і плит здійснюється за допомогою гідравлічного або гвинтового затискача. Суспензія під тиском подається по каналу і відводиться в порожній простір (камеру) всередину рам. Рідка фаза суспензії проходить через фільтрувальну перегородку, а осад залишається. Коли простір, тобто камера, всередині рами буде заповнена осадом, тоді подачу суспензії зупиняють і починають промивку осаду. Під час стадії промивання по бічних каналах подають промивну рідину, яка омиває осад та фільтрувальну тканину та виводиться. Після закінчення стадії промивки осад продувається стисненим повітрям, а потім розсувають рами і плити. Більша частина осаду падає в збірник, що встановлений під фільтром, а менша частина осаду, що залишилась, вивантажується вручну. Тканину за необхідності замінюють.

**Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат**, принцип дії якого оснований на закономірностях непрямого теплового обміну з тонким шаром проточної рідини й відцентрової сепарації. Будова апарату наведена на рис.2.5.

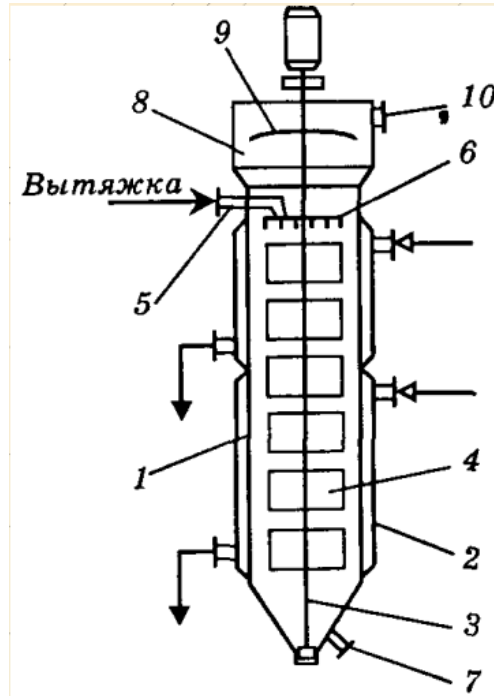


Рис.2.5 – Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат. 1 – корпус; 2 - парова сорочка; 3 – вал; 4 – шкребки; 5 – патрубок підведення витяжки; 6 - розподільчі кільця; 7 – патрубок відведення концентрату; 8 – сепарційна камера; 9 – відбійник; 10 – патрубок відведення пари.

Основною частиною апарата є теплообмінник, який являє собою блок конічних порожнистих тарілок, що обертаються на загальному пустотілому валу. Частота обертання ротора 500-600 об/хв. Випарюваний розчин по розподільній трубі через сопла подається на внутрішню поверхню тарілок, що обертаються, утворюючи під дією відцентрової сили тонкі шари рідини, не більше 0,1 мм. Гріюча пара надходить у парову рубашку. Конденсат, що утворюється в результаті теплообміну, відкидається через систему каналів з апарата по трубі.

**Шокфростер (камера шоквої заморозки)** – це сучасне холодильне обладнання, призначене для миттєвого охолодження і заморожування. Принцип роботи шаф шоквої заморозки полягає в методі максимально швидкого і

жорсткого охолодження. За короткий період, від декількох хвилин до 3-4 годин, продукти охолоджуються до температури від 18 до 30 градусів С. У результаті рідина перетворюється в мікрокристали льоду, які не ушкоджують структуру продукту, на відміну від макрокристалів, утворених при звичайній довгій заморозці. Більшість камер шокової заморозки працює за допомогою вентиляторів, які обдувають продукт, щоб максимально швидко охолодити його. Холодоагент: R452a.

**Сублімаційна сушка** – сушка, що видаляє розчинник із замороженої сировини сублімацією кристалів розчинника при умовах вакуума, тобто перетворення розчинника в пару, обминаючи рідкий стан, тобто фазу.

Ліофілізація являє собою три основні стадії:

- Заморожування;
- Сублімація кристалів розчинника (первинна сушка);
- Видалення залишку розчинників (вторинна сушка).

Основна перевага такої сушарки є простота конструкції, а недолік – мала корисна площа.

Принцип дії: сирий продукт поміщають на сітчасті дека і через відкритів двері шафи завантажують на плити. Всередину плит циркулює гаряча вода. Сировина, що знаходиться на деках між сусідніми плитами, піддається зворотньому опроміненню від плит (знизу в зверху). Шафи зазвичай мають циліндричну форму, всередині шафи 14 нагрівальних плит. Встановлення дек на плиті має бути здійснено таким чином, щоб між ними не було прямого контакту.

**Кульовий млин** - спеціальне обладнання, призначене для помелу твердих матеріалів. Дроблення в них відбувається за допомогою твердих куль.

Основним елементом такого обладнання, як кульова млин, є спеціальний барабан зазвичай циліндричної форми. Частково його обсяг заповнюють тверді кулі. Виготовлені вони можуть бути зі сталі, чавуну, алюмінію і т. д. Помел твердих матеріалів всередині барабана відбувається завдяки пересуванню куль. В циліндрі є отвір для завантаження і розвантаження матеріалу.




					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		38

**Фасування** забарвленого порошку. Принцип дії: порошок розфасується у пластикову тару, щільно закривається кришкою. Додаткові прокладки, що герметизують, захищають продукт від попадання вологи. На упаковці має бути зазначено найменування барвника відповідно до міжнародних вимог, умов зберігання та терміну придатності.

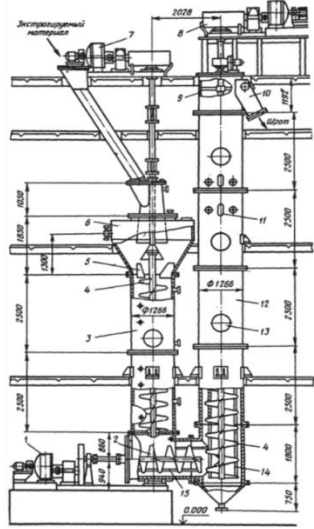
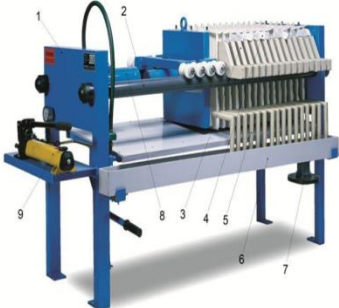


В таблиці 2.12 наведені основні параметри щодо основного технологічного обладнання.

Таблиця 2.12

**Основне технологічне обладнання**

Обладнання	Основні параметри	Зовнішній вигляд
1	2	3
Молоткова дробарка	Продуктивність: 600 кг/год; споживана потужність: 30 кВт, вага: 500 кг. Габаритні розміри: довжина: 1350 мм; ширина: 1200 мм; висота: 1200мм;	
Перколятор	Об'єм: 125л, робочий об'єм: 100л; тиск в корпусі: -1,0+0,7 бар; робочий діапазон температури; +10..105°C.	
Нутч-фільтр	Робочий об'єм: 3000л; внутрішній діаметр корпуса: 2000л; електрична потужність: 8,15 кВт; габаритні розміри: 2510x2280x2740мм; вага: 1820кг.	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3
Вертикальний шнековий екстрактор	<p>Потужність електродвигунів приводів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- завантажувальної колони: 4,4 кВт;</li> <li>- горизонтального шнека: 3,5 кВт;</li> <li>-екстракційної колони: 5 кВт;</li> </ul> <p>Габаритні розміри: 5838x2535x13340 мм;</p> <p>Вага: 30000 кг.</p>	
Рамний фільтр-прес	<p>Потужність: 3,37 кВт;</p> <p>габаритні розміри: 4440x1600x1500мм; вага: 9000 кг;</p> <p>робочий тиск: 0,6 МПа.</p>	
Відцентровий роторно-плівковий випарний апарат	<p>Частота обертання ротора 500-600 об/хв.; продуктивність: від 800 до 2500 кг/год;</p> <p>габаритні розміри: 1750x1275x2840 мм; місткість робоча 1000 л; місткість повна: 2000 л; робочий тиск: 0,25 МПа.</p>	
Шафа шокової заморозки	<p>Габаритні розміри: 800x815x1625 мм; потужність 1,3 Вт; розмір деко: 600x400мм;</p> <p>кількість рівнів: 10; холодоагент: R404a; витрати холодоагента: 900г; температурний діапазон: -18..70°C;</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сублимаційна сушка	Потужність: 96 кВт; загальна вага: 10 т; габаритні розміри: 200x2300x3200 мм; тиск: 0,5-0,8 МПа; діапазон температур: кімнатна температура-120°C.	
Кульовий млин	Внутрішній діаметр барабана: 1200 мм; довжина барабана: 1300 мм; потужність електродвигуна: 30 кВт; продуктивність 0,4-1,9 т/год.	
Відцентровий насос	Продуктивність: 1-2 м <sup>3</sup> /год. Використовуються для перекачування рідин. Вони прості та надійні в експлуатації.	
Шнековий транспортер	Потужність 6т/год. Використовується для переміщення сипких матеріалів.	

## 2.5 Розрахунок параметрів молоткової дробарки

Розрахунок основних параметрів робочих органів молоткової дробарки і розроблення схеми поперечного ротора, коли відомо: масу подрібнюваної частинки  $m = 4,3 \cdot 10^{-3}$  кг, силу опору частинки руйнування  $P = 100$  Н, тривалість удару молотка по частинці  $\tau = 10^{-3}$  с, потужність, яка передається  $N = 30$  кВт.

Приймаємо початкову швидкість руху частинки рівною нулю, визначимо колову швидкість молотка:

$$v^{min} = \frac{P \cdot \tau}{m} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{4,3 \cdot 10^{-3}} = 23 \text{ м/с.} \quad (2.8)$$

Конструктивно приймаються розміри молотка: довжина  $a = 120$  мм, ширина  $b = 40$  мм, товщина  $\delta = 10$  мм.

Молотки з одним отвором. Відстань від центра ваги молотка до осі отвору:

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a} = \frac{0.12^2 + 0.04^2}{6 \cdot 0.1} = 0.026 \text{ м.} \quad (2.9)$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги:

$$r_c^2 = \frac{a^2 + b^2}{12} = \frac{0.12^2 + 0.04^2}{12} = 0.0013 \text{ м}^2, \quad (2.10)$$

і відносно його осі підвіски:

$$r^2 = r_c^2 + c^2 = 0.0013 + 0.026^2 = 0.001976 \text{ м.} \quad (2.11)$$

Відстань від кінця молотка до осі його підвіски:

$$l = c + 0.5a = 0.026 + 0.5 \cdot 0.12 = 0.086 \text{ м.} \quad (2.12)$$

Приймаємо відстань від осі підвіски молотка до осі ротора рівною  $R = 0,09$  м, тобто більше відстані від кінця молотка до осі його підвіски. Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора складає:

$$R_m = l + R = 0.086 + 0.09 = 0.18 \text{ м.} \quad (2.13)$$

$$\text{Кутова швидкість } \omega = \frac{v^{min}}{R_m} = \frac{23}{0,14} = 164 \text{ рад/с.} \quad (2.14)$$

Приймаємо з запасом  $\omega = 180$  рад/с.

Маса молотка, виготовленого зі сталі з густиною  $\rho = 7850$  кг/м<sup>3</sup>:

$$m_m = a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho = 0.12 \cdot 0.04 \cdot 0.01 \cdot 7850 = 0.377 \text{ кг.} \quad (2.15)$$

Радіус кола розміщення центрів ваги молотків:

$$R_c = R + c = 0.09 + 0.026 = 0.116 \text{ м.} \quad (2.16)$$

Відцентрова сила інерції молотка:

$$P_i = m_m \cdot \omega^2 \cdot R_c = 0.377 \cdot 180^2 \cdot 0.116 = 1417 \text{ Н.} \quad (2.17)$$

Діаметр осі підвіски молотка при допустимому напруженні на згинання  $[\sigma]_3 = 100$  МН/м<sup>2</sup>:

$$d = 1.36 \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta_m}{[\sigma]_3}} = 1,36 \sqrt[3]{\frac{1417 \cdot 0.01}{100 \cdot 10^6}} = 0.007 \text{ м.} \quad (2.18)$$

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У відповідності з рядом нормальних лінійних розмірів по стандарту приймаємо  $d = 0,01$  м.

Для диску зі сталі приймаємо допустиме напруження зминання  $[\sigma]_{зм} = 65$  МН/м<sup>2</sup> і при зрізі  $[\sigma]_{зр} = 60$  МН/м<sup>2</sup>.

Товщина диска:

$$\delta_d = \frac{P_i}{\delta_m[\sigma]_{зм}} = \frac{1417}{0,01 \cdot 65 \cdot 10^6} = 0,0012 \text{ м.} \quad (2.19)$$

Приймаємо  $\delta_d = 0,01$  м.

Мінімальний розмір перемички:

$$h_{min} = \frac{0,5P_i}{\delta_m[\sigma]_{зр}} = \frac{0,5 \cdot 1417}{0,01 \cdot 60 \cdot 10^6} = 0,0012 \text{ м.} \quad (2.20)$$

Приймаємо  $h_{min} = 0,002$  м.

Зовнішній радіус диска:

$$R_d = R + 0,5\delta + h_{min} = 0,09 + 0,5 \cdot 0,01 + 0,002 = 0,097 \text{ м.} \quad (2.21)$$

Приймаємо  $R_d = 0,1$  м.

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківів:

$$d_b = 0,0052 \sqrt[3]{\frac{N}{\omega}} = 0,052 \sqrt[3]{\frac{30}{180}} = 0,028 \text{ м.} \quad (2.22)$$

Враховуючи послаблення вала шпонковим пазом приймаємо  $d_b = 0,03$  м.

Враховуючи наступне чотирьохразове збільшення діаметра вала, знаходимо його кінцевий розмір:

$$d = 1,2^n \cdot d_b = 1,2^4 \cdot 0,03 = 0,062 \text{ м.} \quad (2.23)$$

В результаті приймаємо  $d = 0,065$  м.

Викреслюємо схему установки молотків. Схема установки молотків зображена на рисунку 2.6.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

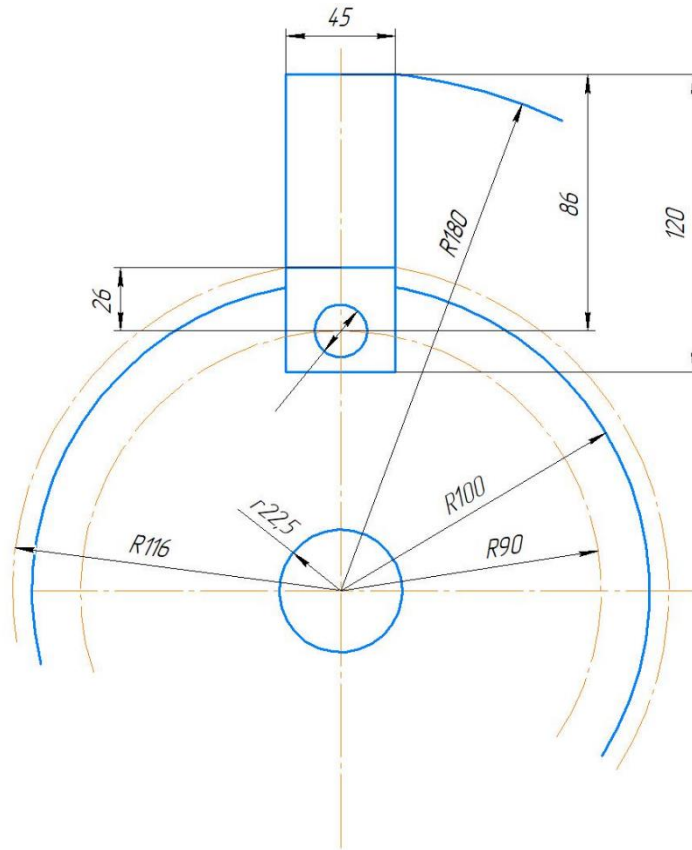


Рис.2.6 Схема установки молотків.

Максимальне колове напруження в диску на твірній центрального отвору:

$$\begin{aligned} \sigma_{t_{max}} &= \rho \omega^2 (0.825 R_d^2 + 0.175 r_0^2) = \\ &= 7850 \cdot 180^2 (0.825 \cdot 0.1^2 + 0.175 \cdot 0.0225^2) = 21,2 \cdot 10^5 \text{ Н/М}^2, \end{aligned} \quad (2.24)$$

де  $r_0$  – радіус центрального отвору диска.

Колове напруження від сил інерції молотків на твірній центрального отвору:

$$\sigma_t = \frac{P_i R Z}{\pi \delta_d (R^2 - r_0^2)} = \frac{1417 \cdot 0.09 \cdot 4}{3.14 \cdot 0.01 \cdot (0.09^2 - 0.0225^2)} = 21,4 \cdot 10^5 \text{ Н/М}^2,$$

де  $z = 4$  – кількість молотків.

Сумарне напруження на твірній:

$$\sigma = \sigma_{t_{max}} + \sigma_t = 21,2 \cdot 10^5 + 21,4 \cdot 10^5 = 42,6 \cdot 10^5 \text{ Н/М}^2.$$

Воно знаходить в допустимих межах:

$$[\sigma]_{cp} > \sigma; \quad 600 \cdot 10^5 > 42,6 \cdot 10^5.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Подрібнення шматків матеріалу в молоткових дробарках буде відбуватися лише при визначеній мінімальній кількості енергії на їх руйнування. Тому існує зв'язок між мінімальним розміром  $d_{кр}$  шматка і енергією на його подрібнення:

$$d_{кр} \geq \frac{2300\sigma_p}{\rho v^{1.5}} = \frac{2300 \cdot 21,2}{170 \cdot 28^{1,5}} = 1,94 \text{ мм,}$$

\*розмір шматків 1..5 мм відповідає тонкому помелу;

де  $\sigma_p$  – межа міцності матеріалу при розтягу, МПа;

$\rho$  – густина матеріалу, кг/м<sup>2</sup> (для лушпиння насіння соняшника 170 кг/м<sup>2</sup>)

$$v = \frac{v_{min}}{k} = \frac{23}{0,8} = 28 \text{ м/с - колова швидкість ротора, м/с;}$$

$k = 0,8$  – коефіцієнт відновлення при попружному ударі.

Продуктивність молоткових дробарок розраховується за формулою:

$$G = 3600k_1D_d^2L_p\rho n = 3600 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,6^2 \cdot 0,4 \cdot 170 \cdot 46,4 = 613 \text{ кг/год,}$$

де  $k_1$  – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу і тип та розміри отворів решітки і приймається:  $k_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4}$  – для сит з розміром від 3 до 10 мм.

$$D_d = 2\pi R_d = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,097 = 0,6 \text{ – діаметр диска, м;}$$

$$L_p = (0.32 \dots 0.64) \cdot D_d = 0,32 \cdot 0,6 = 0,2 \text{ – довжина ротора, м;}$$

$$n = \frac{v}{2\pi R_d} = \frac{28}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,097} = 46,4 \text{ – частота обертання ротора, об/с;}$$

$R_d$  – радіус диска, м.

Потужність електродвигуна приводу молоткової дробарки вираховується за формулою:

$$N = 9D_d^2L_p n = 9 \cdot 0,6^2 \cdot 0,2 \cdot 46,4 = 30 \text{ кВт.} \quad (2.25)$$

Конструктивна схема молоткової дробарки зображена на рис.2.7.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

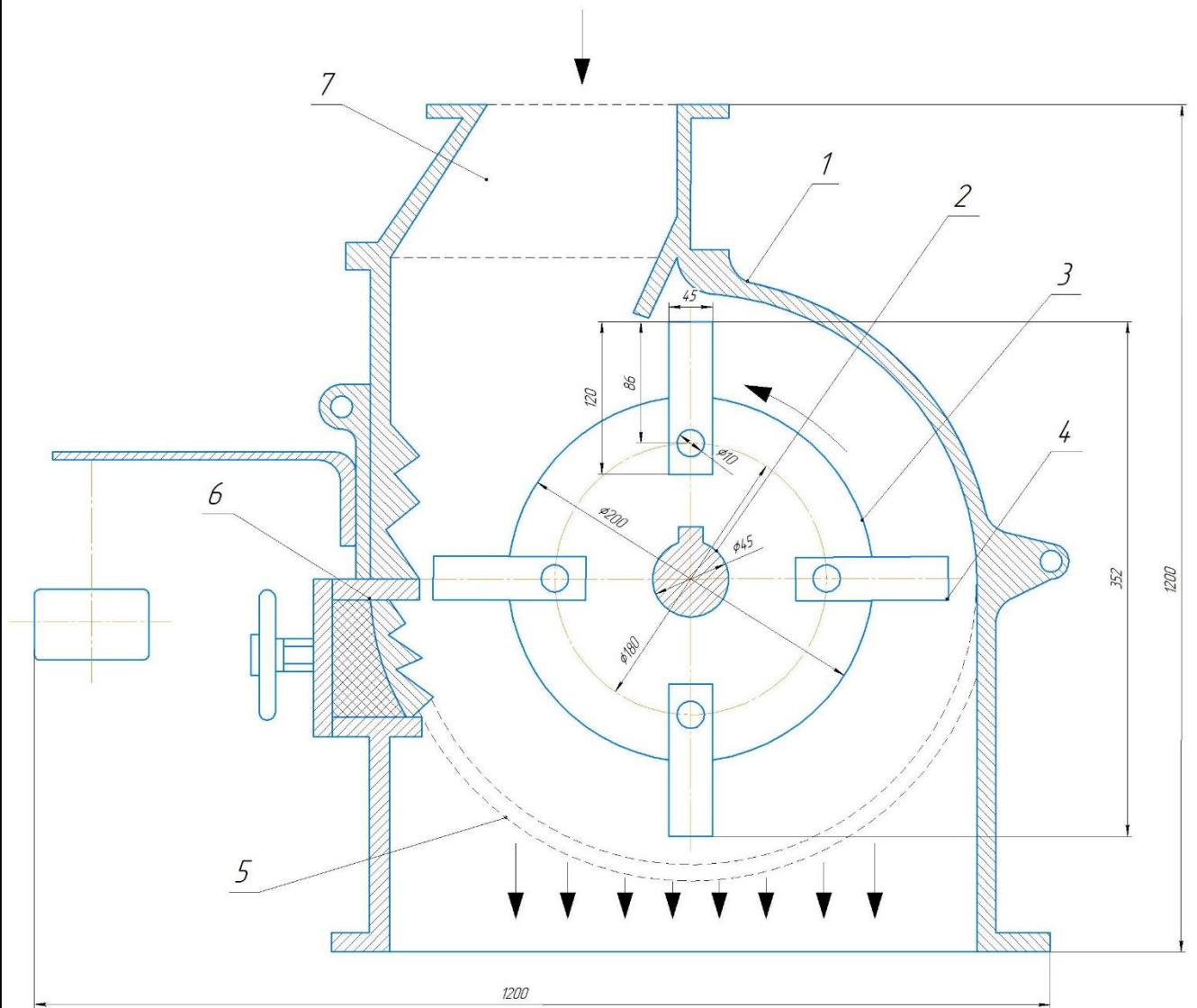


Рис.2.7 Молоткова дробарка 1 – корпус, 2 – вал, 3 – диск, 4 – молоток, 5 – змінна сітка 6 – прижимна плита, 7 – завантажувальний патрубок.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

На основі проведених математичних розрахунків матеріального та теплового балансів, підбору основного обладнання та вивчення методів отримання антоціанів з рослинної сировини, складено апаратурно-технологічну схему, яка представлена на рис.2.7.

Лушпиння соняшника надходить в молоткову дробарку 1, де подрібнюється до розміру  $d=2-3$  мм. Основна мета подрібнення сировини – максимальне руйнування клітинних структур з метою збільшення поверхні контакту екстрагенту з матеріалом, що переробляється.

Далі за допомогою шнекового транспортеру 2 подрібнена сировина надходить в перколятор 3, в якому відбувається знежирення сировини перколяцією петролейним ефіром. В перколятор також подається пара для прогріву і розпушування сировини.

Фільтрат відходить в збірник 5, оскільки в подальших процесах він не буде використовуватись. Знежирена сировина за допомогою шнекового транспортера 4 надходить в нутч-фільтр 7. Фільтрування необхідне для видалення залишку розчинника з сировини. В нутч-фільтр періодично подається стиснене повітря з компресора 6 для фільтрування під тиском та промивна рідина для промивання осаду.

Після фільтрування фільтрат відходить в збірник 5, а осад переходить через шнековий транспортер 8 у вертикальний шнековий екстрактор 9. Екстракція необхідна для вилучення антоціанів із сировини. Розчинником є водний розчин етанолу з хлоридною кислотою. В результаті процесу, непотрібний в подальшому, шрот відходить в збірник 10.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

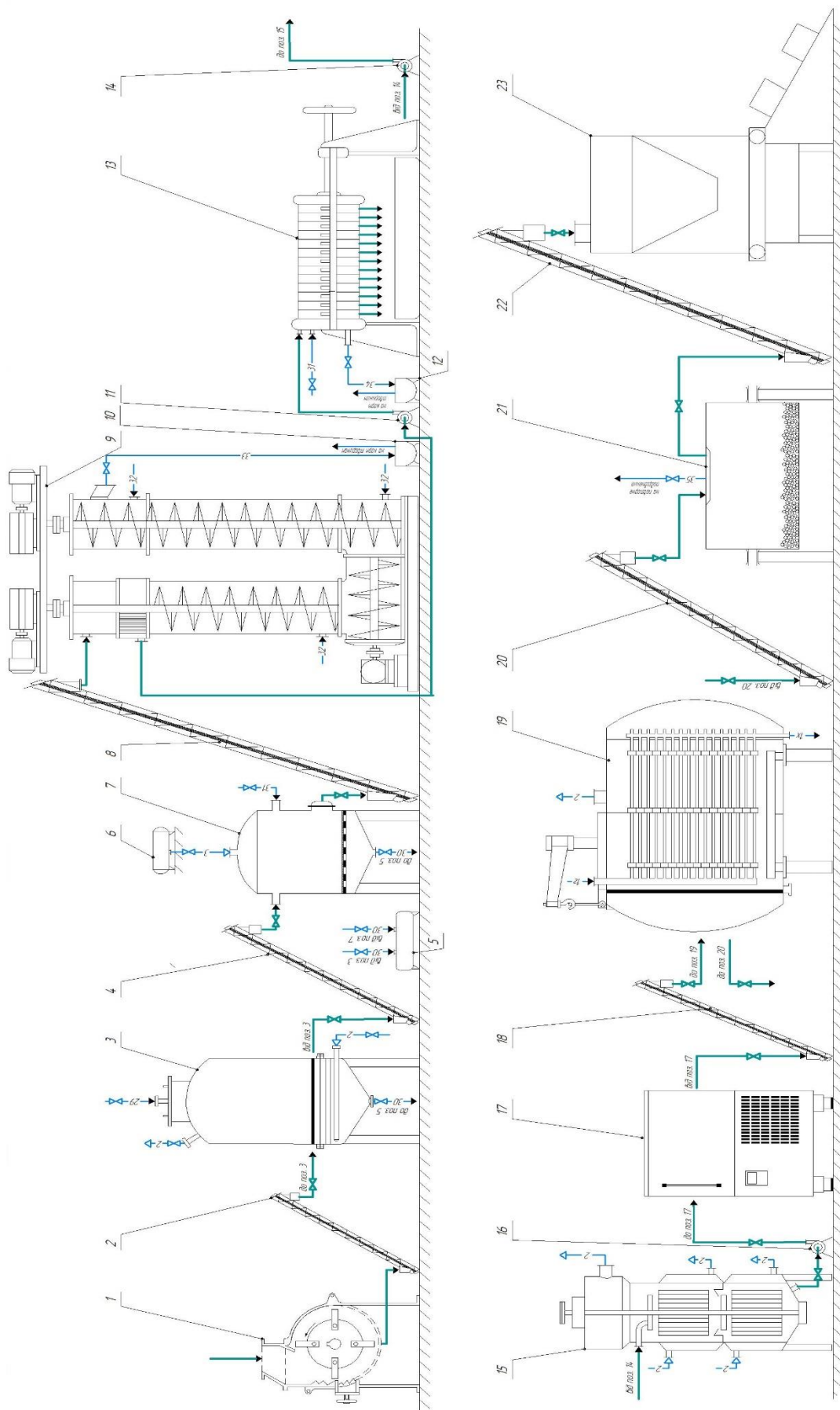


Рис.2.8. Апаратурно-технологічна схема технології виробництва антоціанів з лущиння насіння соняшника.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Після екстракції, фільтрат з домішками за допомогою відцентрового насосу 11 переходить в рамний фільтр-прес 13. Фільтрування необхідне для вилучення домішків. В рамний фільтр-прес періодично підводиться промивна рідина, вона необхідна для промивання осаду в разі подальшого його використання, наприклад, як корм для тварин.

Після закінчення процесу фільтрування домішки відходять в збірник 12, а фільтрат, за допомогою відцентрового насосу 14 рухається до відцентрового роторно-плівкового випарника 15 для випарювання розчинника з екстракту.

Концентрат через відцентровий насос 16 рухається до шафи шокової заморозки 17. Шокова заморозка є частиною ліофілізації. Холодоагентом шокової шафи є фреон. Заморожений концентрат шнековим транспортером 18 переносять в сублімаційну (ліофільну) сушарку 19 для сублімації залишків розчинника. Всередину полиць подається гаряча вода, яка створює температуру середовища 40-60°C.

Висушену сировину, за допомогою шнекового транспортера 20, переносять в кульовий млин 21 для подрібнення порошку на дрібну фракцію розміром  $d=0,2\text{мм}$ .

Шнековим транспортером 22 порошок переносять у фасувальну машину 23 для пакування готового продукту.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

### РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Доцільність виробництва антоціанового порошку з лушпиння насіння соняшника можна визначити розрахувавши калькуляцію собівартості виробництва.

Основна сировина та метериали для виробництва антоціанового порошку з лушпиння соняшника та їх вартість наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### Потреба в сировині та основних матеріалах на 100 кг виробництва антоціанового порошку

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн/кг
Соняшникове лушпиння	кг	8000	0,1	800
Петролейний ефір	л	13000	16	20800
Водний розчин етанолу з хлоридною кислотою	л	2400	13	3120
Всього	-	-	-	24720

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 100 кг барвника складуть 24720 грн/кг.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складають 1236 грн/кг. Тож, всього витрати становлять 25956 грн/кг.

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

Розрахуємо допоміжні та таропакувальні матеріали на виготовлення барвника. (табл. 3.2).

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.050.КР.ІІЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кононенко М.В.			<b>ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Подобій О.В.					50	
Реценз.						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Бойчук Т.М.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

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

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

В таблиці 3.3 наведені витрати енергоресурсів на одиницю продукції, що розраховані, виходячи з норм витрати на одиницю продукції і вартості 1 кВт/год електроенергії та 1 м<sup>3</sup> води.

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 барвника складають 130 грн.

Розрахуємо добову потужність виробництва барвника:

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

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

Отже, маємо:

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	

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

За добу наше виробництва буде виготовляти 100 кг готового продукту.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою:

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

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

Тоді фактичний обсяг виробництва барвника:

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

Тоді річний обсяг виробництва знайдемо за формулою:

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

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

Отже, річний обсяг виробництва барвника:

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

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

Таблиця 3.4

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

Професія	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

Продовження таблиці 3.4

Укладальник-пакувальник	3	II	45,9	8	134082
Підсобний робітник	1	II	45,9	8	134082
Всього	6	-	-	-	889064
На 100 кг продукції	-	-	-	-	99,6

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

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

ЄСФ приймаємо як 22% від основної заробітньої плати.

Додаткова заробітня плата працівників та нарахування до ЄСФ наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Додаткова заробітня плата працівників та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн/кг
Додаткова заробітня плата	30% від ОЗП	29,88
Загальний фонд заробітньої плати (ОЗП+ДЗП), грн	-	129,48
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	28,48

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

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

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

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕОБГРУНТУВАННЯ	

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

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

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

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

Розрахуємо виробничу собівартість виробництва барвника:

$$25956 + 63 + 130 + 99,6 + 29,88 + 28,48 + 199,2 + 9,96 + 298,8 = \\ = 26814,9 \text{ грн/кг}$$

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

$$26814,9 \cdot 0,025 = 670,4 \text{ грн/кг}$$

Розрахуємо витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$26814,9 \cdot 0,03 = 804,4 \text{ грн/кг}$$

Інші операційна витрати розрахуємо як 1% від виробничої собівартості:

$$26814,9 \cdot 0,01 = 268,1 \text{ грн/кг}$$

Отже, повні витрати на виробництво барвника становлять:

$$26814,9 + 670,4 + 804,4 + 268,1 = 28557,8 \text{ грн/кг}$$

Планова калькуляція барвника представлена в таблиці 3.6.

*Таблиця 3.6*

### Результати розрахунків по статтям калькуляції барвника

Статті калькуляції	Витрати на 100 кг, грн
1	2
Сировина та основні матеріали	24720
Допоміжні та таропакувальні матеріали	63
Паливо та енергія на технологічні цілі	130
Основна заробітня плата робітників	99,6
Додаткова заробітня плата	29,88
Відрахування до ЄСВ	28,48

Продовження таблиці 3.6

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	26814,9
Адміністративні витрати	670,4
Витрати на збут	804,4
Інші операційні витрати	268,1
Повні витрати	28557,8

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

$$28557,8 \cdot 3,65 \text{ т} = 104235,9 \text{ тис. грн}$$

Розрахуємо відпускну ціну барвника (табл.3.7).

Таблиця 3.7

#### Відпускну ціна барвника

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн/кг	28557,8
Рентабельність,%	10
Прибуток	2855,78
Відпускну ціна без ПДВ, грн	31413,6
ПДВ 20%	6282,7
Відпускну ціна з ПДВ, грн	37696,3

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

$$37696,3 \div 20 = 1884,8 \text{ грн}$$

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕОБГРУНТУВАННЯ	

## РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Якість як економічна категорія відображає сукупність ознак товару, що визначають його придатність для потреб людини відповідно до цільового використання. Крім якості, існує поняття про технічний рівень певної продукції.

Технічний рівень продукції вужчий за змістом, ніж якість, оскільки охоплює лише ряд техніко-функціональних характеристик. Його показники визначаються переважно під час проектування (розробки) нових інструментів (машин, пристроїв, транспортних засобів) і відображаються в конкретних картах технічного рівня, які використовуються при дослідженні ринку та при визначенні попиту на нові продукти, бізнес-планах та рекламних матеріалах.

Цілеспрямована необхідність забезпечення належної якості при проектуванні, виготовленні та експлуатації нової продукції вимагає використання системи показників у виробничо-господарській діяльності підприємств для визначення та контролю рівня якості всіх видів продукції.

Контролем готової продукції є контроль продукції, по результатам якого приймається рішення про придатність до постачання та (або) використання цієї продукції.

Під час контролю якості харчової продукції оцінюють її споживчі й технологічні характеристики.

Для споживчих характеристик харчової продукції визначають органолептичні властивості, які є найбільш важливими. Для оцінювання органолептичних властивостей розроблено стандартизовані методи контролю.

Для технологічних характеристик харчової продукції визначають технологічні властивості сировини і характеристикою також є комплекс фізико-хімічних показників і реологічні характеристики.

					<b>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.056.КР.ПЗ</b>		
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>			
Розроб.		Кононенко М.В.			<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушіє</b>
Перевір.		Подобій О.В.				56	
Н. Контр.		Бойчук Т.М			<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b> <i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Рівнем якості називають кількісну характеристику придатності певної продукції для вдоволення попиту на неї у зіставленні з відповідними певними базовими показниками при фіксованих умовах споживання.

Для визначення оцінки якості продукції передбачено визначення чотирьох рівнів: абсолютний, відносний, перспективний і оптимальний.

1. Для визначення абсолютного рівня якості певного виробу знаходять за допомогою обчислення обраних для його виміру показників без порівнянь із відповідними показниками таких самих виробів. Таке визначення тільки абсолютного рівню якості є замалим, оскільки абсолютні визначення показників якості не відображають рівень його відповідності до сучасних вимог.
2. Порівняння показників продукції з показниками якості ліпших аналогічних зарубіжних та (або) вітчизняних зразків продукції.
3. Але для рівня якості продукції, в зв'язку з науково-технічним процесом і в зв'язку з вимогами споживачів, необхідна тенденція до підвищення. Отже, виникла необхідність додаткової оцінки якості продукції, виходячи з перспективних рівнів товару і враховуючи пріоритетний напрямок і темп розвитку техніки і науки.
4. Оптимальний рівень є також доцільним, це рівень, за якого спільна величина соціальних витрат на виробництва і використання товару в деяких умовах його споживання є мінімальна. [26]

В залежності від призначення певні види товару мають специфічні показники якості. Певні показники наведені в таблиці 4.1.

*Таблиця 4.1*

#### **Показники якості продукції**

Показники	Характеристика
Показник призначення	Характеризує виконувані функції продукції
Показник надійності, безпеки і довговічності	Показує ступінь довготривалості використання і безпеки для життєдіяльності людини

Екологічні показники	Відображають ступінь шкідливих впливів на довкілля та здоров'я людей
Економічні показники	Характеризують ступені економічних вигод виробництва виробником і придбання покупцем
Ергономічні показники	Характеризують відповідність технічно-експлуатаційних параметрів виробу фізіологічним, антропометричним та психологічним вимогам споживачів (працівників)
Естетичні показники	Відображають естетичні властивості продукції

#### 4.1 Характеристики готових порошкоподібних барвників

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

За органолептичними показниками порошкоподібні барвники повинні відповідати вимогам, що зазначені в таблиці 4.2. [26]

Таблиця 4.2

#### Органолептичні показники барвників

Назва показника	Характеристика порошкоподібного барвника
Зовнішній вигляд	Сухий, сипкий порошок. Допускається незначна кількість грудочок, які розсипаються в разі легкого натискання чи іншого легкого механічного впливу.
Смак	Кислий або слабокислий, терпкуватий, солодкуватий, без стороннього присмаку.

Продовження таблиці 4.2

Колір	Насичений.
Запах	Притаманний аромату застосованої сировини, без стороннього запаху.

За фізико-хімічними показниками порошкоподібні барвники повинні відповідати нормам, що зазначені в таблиці 4.3. [26]

Таблиця 4.3

**Фізико-хімічні показники порошкоподібних барвників**

Назва показника	Норма для порошкоподібного барвника
Масова концентрація фарбувальних речовин, г/кг, не менше:	30,0
Масова частка вологи, %, не більше:	8,0
pH, не більше:	4,5
Розчинність у воді:	Повна
Мінеральні домішки	Не допускаються
Домішки рослинного походження	Не допускаються
Сторонні домішки	Не допускаються

За мікробіологічними показниками порошкоподібний барвник повинен відповідати вимогам, що зазначені у таблиці 4.4. [26]

Таблиця 4.4

**Мікробіологічні показники порошкоподібного барвника**

Назва показника	Допустима кількість мікробних клітин
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше ніж	$5 \cdot 10^5$

Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не допускаються
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г	Не допускаються
Плісеневі гриби, КУО в 1 г	Не допускаються
<i>Bacillus cereus</i> , КУО в 1 г, не більше	$1 \cdot 10^3$

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

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

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

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

#### 4.2 Методи контролю якості порошкоподібних барвників

**Визначення органолептичних показників** проводять відповідно до таблиці 4.2 , **фізико-хімічних показників** – відповідно до таблиці 4.3, **токсичних речовин** – відповідно до таблиці 4.4.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Для визначення рН* порошкоподібного барвника готують 5 %-вий розчин і визначають рН приготованого розчину. [26]

Для приготування 5 %-го розчину наважку барвника масою 5,000 г переносять у мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup> і розчиняються у дистильованій воді. Розчин збовтують до повного розчинення барвника, доливають дистильовану воду до позначки і визначають величину рН отриманого розчину.

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

Проведення випробування:

Наважку сірчаноокислого кобальту масою 20,000 г переносимо в мірну колбу з місткістю 1000 см<sup>3</sup> та розчиняємо в дистильованій воді. Розчин збовтуються до повного розчинення кобальтової солі і доливають дистильовану воду до позначки. Отриманий розчин приймають за розчин порівняння.

Одночасно беруть наважку барвника масою 1,000 г, переносять у мірну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup>, наливають 10 см<sup>3</sup> концентрованої соляної кислоти і доливають дистильовану воду до позначки.

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

Оброблення результатів:

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

$$X = \frac{22 \cdot D_1 \cdot 1000}{m \cdot D_2}, \quad (4.1)$$

де 22 – маса фарбувальних речовин, які за забарвленням відповідають 1 дм<sup>3</sup> розчину порівняння, мг;

$D_1$  – оптична густина розчину барвника;

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$D_2$  – оптична густина розчину порівняння кобальтової солі;

$m$  – маса барвника, взятого для аналізу, мг.

Кінцевий результат випробувань приймається як середнє арифметичне результату двох паралельних значень, розбіжність між ними не має перевищувати 0,5%, за довірчої ймовірності  $P=0,95$ . [26]

**Визначення мікробіологічних показників.** Аналізи на виявлення патогенних мікроорганізмів проводять у порядку Державного санітарного нагляду санітарно-епідеміологічних станцій за методами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я. [26]

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Охорона навколишнього середовища

*Загальні вимоги до складу та властивостей стічних вод, які скидаються до систем централізованого водовідведення:*

1. До систем централізованого водовідведення приймають стічні води, що не призводять до порушень роботи каналізаційних мереж та очисних споруд, безпечності їх експлуатації й можуть очищуватись на каналізаційних очисних спорудах виробників відповідно до вимог **Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотніми водами**, затверджених постановою Кабінету Міністрів України.

2. Стічні води, що приймаються до системи централізованого водовідведення, не повинні:

- 1) містити горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, що здатні утворювати вибухонебезпечні суміші;
- 2) містити речовини, що здатні захащувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки, вапно, пісок, металева чи пластмасова стружка, жири, смоли, мазут тощо);
- 3) містити неорганічні речовини або речовини, що не піддаються біологічній деструкції;
- 4) містити речовини, для яких не встановлено гранично допустиму концентрацію для води;
- 5) містити небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні чи радіоактивні забруднення;
- 6) бути температурою вище 40°C, мати рН<6,5 або рН>9,0;

### **Охорона атмосферного повітря**

Відносини в галузі охорони атмосферного повітря регулюються **Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища»**.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.072.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кононенко М.В.</i>			<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Подобій О.В.</i>					72	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			НУХТ Каф. ТЖХТ			
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Відповідно статті 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря можуть бути здійсненими тільки після отримання дозволу.

Дозволи на викиди забруднюючих речовин видаються за умов:

- неперевищення протягом строку їх дії встановлених нормативів екологічної безпеки;
- дотримання вимог до технологічних процесів в частині обмежень викидів забруднюючих речовин;
- неперевищення нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин.

## 5.2 Екологія виробництва

Процес виробництва антоціанового порошку з лушпиння насіння соняшника можна назвати вторинною переробкою, оскільки лушпиння насіння соняшника є побічним продуктом при переробці насіння соняшника на олію. Кількість лушпиння при промисловій переробці соняшникового насіння становить значну частину, а саме 17-20% до самої насіння. На сьогодні існує багато варіантів подальшого використання лушпиння соняшника і процес виробництва барвника є оптимальним варіантом утилізації.

Виробництво антоціанового порошку з лушпиння насіння соняшника є практично безвідходним виробництвом. В результаті процесу екстрагування, який необхідний для вилучення розчинником антоціанів з шроту, вихідними продуктами будуть: розчинник, що містить в собі антоціани, який піде на подальші процеси; та шрот, який для подальших процесів не потрібний. Для утилізації непотрібного шроту його відправляють на інші виробництва, наприклад, на виробництво корму для тварин.

Так само утилізують на вторинне виробництво і осад, що залишається після фільтрування розчинника з залишками шроту.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ

**Вимоги безпеки при роботі з горючими та легкозаймистими рідинами (ГР та ЛЗР).** Роботу з ГР та ЛЗР відносять до роботи з підвищеною небезпекою (відповідно до п.п. 10, 28, 31,32, 36 Переліку робіт з підвищеною небезпекою, затв. Наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.05 №15). В процесі виробництва антоціанів з лущиння насіння соняшника, як розчинники для екстракцій, використовують петролейний ефір та водний розчин етанолу, які є легкозаймистими рідинами.

### ***Вимоги безпеки при виконанні роботи:***

1. Задля запобігання вибуху і пожежі, на виробництва, де використовується, як сировина ЛЗР, необхідно дотримуватись норм технологічного режиму, не перевищувати гранично допустимі показники температури та тиску, постійно наглядати за герметичністю обладнання, не допускати витоків газів і розливання рідин, весь час слідкувати за справністю та показниками протиаварійного устаткування та контрольно-вимірювальних приладів.
2. Для перекачування ГР і ЛЗР використовувати безсальникові насоси та насоси з торцевим ущільненням чи іншою конструкцією ущільнюючого пристрою підвищеної надійності.
3. При роботі насосів, що перекачують ГР і ЛЗР необхідно забезпечувати безперебійну роботу системи припливно-витяжної вентиляції. Запуск насоса при відключеній чи несправній системі вентиляції не допускається.
4. При роботі насосу не можна допускати витік рідини через сальники. При пропусканні сальника, насос потрібно зупинити, знизити тиск рідини до атмосферного тиску, замінити чи підтягти набивку сальникового ущільнення. Заборонено підтягувати сальники при працюючому насосі.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.072.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кононенко М.В.</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Подобій О.В.</i>					72	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

5. В приміщенні для перекачування ГР і ЛЗР необхідно весь час контролювати стан повітря.

6. Не дозволяється використовувати апарати і ємкості з відключеними, не відрегульованими чи несправними дихальними і запобіжними клапанами, та за відсутності відвідних труб, що виведені за межі приміщень.

7. Замірювати рівень ГР і ЛЗР у резервуарі та відбирати проби слід в світлий час доби. Не дозволяється замірювати рівень та відбирати проби ручним способом, закачувати чи відкачувати дані речовини під час грози.

***Вимоги до зберігання ЛЗР та ГР:***

1. Наповнювати тару, що використовується на робочих місцях ЛЗР та переноситься ручним способом, слід в складських приміщеннях з допомогою насосу та сифону.

2. Робочий посуд має бути на металевих піддонах з бортиками не менше 5 см, для запобігання забруднень підлоги складів при переливанні ЛЗР та ГР. Накопичення рідин в піддоні заборонено.

3. При розлитті ЛЗР та ГР слід відразу засипати місце розливу рідини піском; забруднений пісок прибирається пластмасовою чи дерев'яною лопатою, використовувати сталеві лопати чи совки заборонено.

4. ЛЗР та ГР мають видаватись для роботи в спеціальній тарі, що інеможливиює іскроутворення, має щільно закриту кришку, із зазначеною назвою речовини і знаком безпеки згідно вимогам ДСТУ ISO 6309:2007 та Технічного регламенту знаків безпеки та захисту здоров'я робітників.

5. Посудини з ЛЗР та ГР, що розміщенні на робочих місцях, мають бути закріплені для запобігання їх випадкового перекидання.

6. Тара для зберігання ЛЗР та ГР має мати напис, що не змити водою і нафтопродуктом, містити найменування ЛЗР та ГР, їх марку, ємність тари (в літрах), попереджувальний напис.

					<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Зберігати пусту тару з-під ЛЗР та ГР в приміщеннях складу виробничних приміщень заборонено. Перед здаванням пустої тари на склад виробництва, вона має зберігатись в окремому приміщенні біля складу ЛЗР та ГР.

***Вимоги безпеки в аварійній ситуації:***

1. Аварійні ситуації:

- порушення герметичності апаратів, резервуарів, трубопроводу чи іншого обладнання або тари, та проникнення ГР і ЛЗР й їх парів в виробниче середовище;
- небезпечний режим роботи обладнання, тобто вихід за межі допустимого значення параметрів (температури, рівня, тиску і т.п.), що може призвести до аварії;
- наявність джерела запалювання в апараті чи поза обладнанням;
- горіння технологічного обладнання, продуктів, трубопроводів, тари та ін.;
- непередбачене вимкнення електропостачання, замикання електрообладнання.

2. При виникненні аварії необхідно доповісти керівнику про ситуацію та діяти відповідно до інструкції з охорони праці і згідно Плану локалізації та ліквідації аварійної ситуації і аварії (ПЛАС), якщо він наявний на даному об'єкті.

- при виникненні пожежі: припиняється робота, обезживлення електрообладнання, розпочинається гасіння наявним засобом пожежогашіння, діючи відповідно до вимог інструкції з пожежної безпеки виробництва;
- при травмуванні чи отруєнні потерпілому надається перша долікарська допомога (до приїзду швидкої)

					<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Пожежна безпека**

*Пожежна безпека* – стан об'єкта, при якому вилучається можливість пожежі. При виникненні пожежі мають вживатися всі необхідні заходи для усунення негативних впливів небезпечних факторів пожежі на споруди, людей і матеріальні цінності.

*Протипожежний режим* – це комплекс установлених правил і норм поведінки робітників, виконання робіт та експлуатації об'єктів, що спрямовані на забезпечення пожежної безпеки.

Пожежна безпека забезпечується технічними та організаційними заходами.

### ***Організаційні заходи:***

- розроблення інструктажів, правил, інструкцій з протипожежної безпеки;
- організація навчання й інструктування робітників;
- контроль за дотриманням протипожежного режиму;
- організація пожежних добровільних дружин;
- перевірка належного стану пожежного інвентарю та техніки;
- щоденний огляд та перевірка, після закінчення роботи, протипожежного стану приміщення.

### ***Технічні заходи:***

- дотримання пожежних вимог, норм, правил при влаштуванні споруд, складів, будівель;
- влаштування автоматичної пожежної сигналізації та систем пожежного водопостачання і автоматичного гасіння пожежі;
- підтримка в справному стані систем вентиляції, обладнання, опалення;
- влаштування автоматичної пожежної сигналізації та систем пожежного водопостачання і автоматичного гасіння пожежі;
- заборона використовувати обладнання, пристрої, приміщення та інструменти, які не відповідають вимогам протипожежної безпеки;

					<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- правильна організація праці на робочому місці з застосуванням пожежонебезпечних приладів, інструментів, технологічних установок.

### **Електробезпека**

Сучасні виробництва тісно пов'язані з використанням електроенергії, і отже, питання електробезпеки набуває особливого значення. Електробезпека – це система технічних, організаційних засобів і заходів, які забезпечують захист робітників від небезпечного і шкідливого впливу електричного струму.

**Нормативне регулювання.** Електробезпека на виробництві забезпечується дотриманням вимог, що викладені в таких актах законодавства:

1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС), що затверджені наказом Держнаглядохоронпраці, вимоги яких поширюються на робітників, що обслуговують діючі електроустановки споживача напругою до 220 кВ включно та є обов'язковими для всіх виробників та споживачів електроенергії.

2. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), що визначають принципи улаштування, будову, особливі вимоги до окремих систем, їх вузлів, елементів та комунікацій електроустановок (наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 24.07.2017 №476).

3. ДСТУ 2843-94 «Електротехніка. Основні поняття. Терміна та визначення», який встановлює терміни і визначення основних понять в галузі електротехніки.

4. Правила пожежної безпеки в Україні, що затверджені наказом МВС від 30.12.2014 №1447.

Струмповідні частини електроустановки, що є небезпечними, повинні бути недоступними для випадкових прямих дотиків, а відкриті для

					<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотику і сторонні провідні частини повинні бути безпечними як при нормальних умовах (використання електроустановок за призначенням і без пошкоджень), так і за одичних пошкоджень.

**Проведення медичних оглядів.** Згідно з статтею 169 КЗпП повинні відбуватися попередній (при влаштуванні на роботу) й періодичний (протягом праці) медогляд робітників, які зайняті на важкій роботі, роботі з небезпечними чи шкідливими умовами праці, або якщо є потреба в професійному доборі. Для осіб віком менше 21 року роботодавець має проводити щорічний медогляд. Всі медогляди проводяться за кошти роботодавця і організовуються ним.

Дані по результатах медогляду робітників, у вигляді заключень фахівця про допуск робітника до роботи, заносять в їхні медичні довідки, що зберігаються в роботодавця.

**Засоби індивідуального захисту.** Згідно з статтею 164 КЗпП якщо умови праці є небезпечними і шкідливими, або якщо робота пов'язана з несприятливою температурою чи з забрудненням, то роботодавець має безкоштовно видавати спеціальне взуття, одяг і інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). [30]

					<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу науково-технічної літератури ознайомилися з основними відомостями про антоціани, про їх властивості, галузі застосування антоціанів, як барвників та антиоксидантів. Проаналізували основні технології виробництва антоціанів з рослинної сировини.

2. Розглянули технологію отримання антоціанів з лушпиння насіння соняшника. Розрахувавши матеріальний баланс з'ясували, що для виробництва 100 кг антоціанового барвника необхідно переробити 8000 кг лушпиння. В результаті теплового балансу з'ясували, що для повного висушування 100 кг пігменту необхідно витратити 3,44 кВт.

3. Провели підбір обладнання та розрахували параметри молоткової дробарки CHOPPER - 600. Розробили принципову технологічну та апаратурно-технологічну схему виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

3. Обрахували техніко-економічні показники виробництва, в результаті яких показана ціна за продукт розфасований в мішки по 5 кг, ціна з один мішок становить 1884,8 грн при повних витратах за рік в суммі 104235,9 грн.

4. Запропонували методи контролю якості готової продукції, навели характеристики та методи контролю якості порошкоподібних барвників.

5. Запропонували екологічні заходи виробництва антоціанів з лушпиння насіння соняшника.

6. Розглянули питання охорони праці виробництва, описали вимоги, що запобігають утворенню небезпечної ситуації для робітників виробництва.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.072.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Кононенко М.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				72	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлюковець І. Ю., Пирог Т. П. Синтез поверхнево-активних речовин *Acinetobacter Calcoaceticus* ІМВ В-7241 на відпрацьованій соняшниковій олії за наявності екзогенних попередників. *Food Industry*. №. 20. С. 21–26.
2. Папченко В. Ю., Кузнецова Л. М. Узагальнення наукових основ одержання харчових барвників. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2015. № 44. С. 65-68.
3. Cho Man-No, Yoon Hye-Hyun, Hahn Tae-Ryong Thermal Stability of the Major Color Component, Cyanidin 3-glucoside, from a Korean Pigmented Rice Variety in Aqueous Solution. *Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 1996. Vol. 39, № 3. Pp. 245–248.
4. Технологія виробництва натуральних харчових барвників / К. А. Ковалевський, О. І. Мамай, М. І. Валькота ін. *Вісник ХНТУ* 2017. № 2(61). С. 155–159.
5. Andersen Øyvind M., Markham Kenneth R. Grape Flavonoids. *Flavonoids : Chemistry, Biochemistry and Applications*. Taylor & Francis Group, 2006. Pp. 273–287.
6. Economic and Technical Efficiency of Sunflower Seed Treatment : monograph / Ye. Mykhailov, J. Golebiewski, S. Kiurchev et al. Warszawa, 2020. – 158 с.
7. Ющенко Н. М., Кузьмик У. Г., Миколів І. М. Використання прянощів як джерела антоціанів. *Харчова промисловість*. 2018. № 23. С. 27–32.
8. Демидова А. О. Визначення строку зберігання олій прискореним методом. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2010. № 6. С. 15–19.
9. Дишкантюк О. В., Москвічова О. М. Використання гліцерину для вдосконалення процесу екстракції антоціанів. *Харчова наука і технологія*. 2014. № 1. С. 92–95.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.072.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Конonenко М.В.			<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Подобій О.В.					72	
Н. Контр.		Бойчук Т.М.			НУХТ Каф. ТЖХТ			
Затверд.		Носенко Т.Т.						

10. Інфрачервоний аналіз спектрів високоолеїнового необрушеного насіння соняшника / І. Гуцало, С. Літвинчук, Т. Носенкота ін. *Актуальні проблеми хімії та хімічної технології* : II Всеукраїнська науково-практична конференція, 21 – 23 листопада 2016 р., м. Київ. 2016. С. 277–278.

11. Antioxidant Potential and Phytochemical Content of Selected Fruits and Vegetables Consumed in Cyprus / Egli C. Georgiadou, Vlasios Goulas, Iwona Majak et al. *Biotechnology and Food Science*. 2018. 82 (1). Pp. 3–14.

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

13. Урожай соняшнику в Україні: труднощі 2020 р. – Режим доступу: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1519449>

14. Левківська Т. М., Душак О. В., Абовян С. О. Перспективи отримання антоціанових барвників для харчової промисловості. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2021. Вип. 1. С. 10–15.

15. Abadi Alaa Abbas Extraction of anthocyanin pigments from different plants and study the effect of solvent , temperature and pH variation on it. *Journal of Missan Researches*. 2015. Vol. 11. № 21. Pp. 37–44.

16. Розробка технології антоціанових рослинних добавок у формі наноструктурованих порошків та паст із використанням процесів механоактивації / Р. Ю. Павлюк, В. В. Яницький, Т. В. Крячко та ін. *Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття* : Міжнародна науково-практична конференція, 21 жовтня 2010 р. Харків : Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2010. 396 с.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Herbal Drink Formulation Optimization of Trollius Chinensis Bunge by Sensory Fuzzy Comprehensive Evaluation / Yang Liu, Xiao Ding, LiXue Zheng et al. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2020. 19(2). Pp. 185–194.
18. Gauche Cony, Elisa Da Silva Malagoli, Marilde Terezinha Bordignon Luiz Effect of pH on the copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts with organic acids. *Scientia Agricola*. 2010. 67.1. Pp. 41–46.
19. Пирог Т. П., Павлюковець І. Ю., Савенко І. В. Особливості синтезу поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMB В-7241 на пере-смаженій соняшниковій олії. *Наукові праці НУХТ*. 2016. Т. 22, №4. С. 48–54.
20. Дослідження наявності антоїдів у лушпинні насіння / В. Ю. Пап-ченко, Т. В. Матвеева, А. П. Белінська та ін. *Технологічний аудит і виробничі резерви*. 2017. Вип. 4, № 3. С. 31–34.
21. Примак Р. Антоціани відкривають свої таємниці. *Фармацевт прак-тик*. 2014. № 3. С. 16–17.
22. Дослідження якісного складу антоціанів суцвіть рослин роду *Salvia* L. / О. М. Семенченко, О. О. Цуркан, О. А. Коробльова та ін. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2013. № 3(34). С. 63–66.
23. Ковалевский К. А., Стоянова О. В., Шанін О. Д. Технологія вироб-ництва виноградного барвника. *Таврійський науковий збірник*. 2004. Вип. 30. С. 111–116.
24. Шанайда М. І., Марчишин С. М. Пігментний склад надземної ча-стини *Monarda fistulosa* L. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2012. № 2. (9). С. 31–32.
25. United States Patent US 4156077 A. Process for obtaining a dye sub-stance of vegetal origin / Pier G. Pifferi; Pifferi Pier G.– № 05/737,768 ; Filed: Nov. 1, 1976.
26. Gao. L., Mazza G. Extraction of Anthocyanin Pigments from Purple Sunflower Hulls. *Journal of Food Science*. 1996. Vol. 61. Pp. 600–603.
27. Pifferi Pier G., Vaccari A. The anthocyanins of sunflower. *Journal of Food Science & Technology*. 1983. Vol. 18. Pp. 629–638.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Mok C., Hettiarachchy N. S. Heat Stability of Sunflower-Hull Anthocyanin Pigment. *Journal of Food Science*. 1991. Vol. 56. Pp. 553–555.
29. United States Patent 6132791 A. Natural red sunflower anthocyanin colorant with naturally stabilized color qualities, and the process of making / Gregory J. Fox, Fargo, N. Dak ; Barkley Seed, Inc.– № US 09/263,628 ; Filed: Mar. 5, 1999
30. Використання обробки дикорослих ягід у ВШФЧ на підвищення желюючих властивостей пастоподібних напівфабрикатів / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, В. В. Погарська та ін. *Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі* : міжнародна науково-практична конференція, 17 жовтня, 2007 р. Харків, 2007. С. 121–122.
31. Павлюк Р. Ю., Дібрівська Н. В. Комплексні дослідження під час розробки технології функціональних пастоподібних оздоровчих добавок із дикорослих ягід. *Вісник Національного технічного університету „ХПІ”*. 2006. № 25. С. 154–159.
32. Daia J., Guptea A., Gatesa L., R.J. Mumper A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food and chemical toxicology*. 2009. – Vol. 47. №. 4. Pp. 837–847.
33. Хомич Г. П., Ткач Н. І., Капрельянц Л. В. Дослідження технологічних властивостей ягід бузини чорної. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2012. № 28. С. 392–397.
34. Дишкантюк О. В., Кондрацька О. М. Вдосконалення процесу екстракції натуральних харчових барвників. *Харчова наука і технологія*. 2013. № 1(22). С. 38–40.
35. Пігменти, барвники та наповнювачі. Термінологія. Частина 2. Класифікація барвних речовин за колористичними та хімічними особливостями : ДСТУ ISO 18451-2:2019 [Чинний від 01.07.2019]. Київ : Держспоживстандарт України, 2019.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		