

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

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту ННІХТ

_____ Кочубей-Литвиненко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ Носенко Т.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 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 кристалічного β -каротину з коренеплодів моркви

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗХТ-5-3

_____ Герасимчук _____ Вікторія _____ Вікторівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Бабенко Валерій Іванович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____ Галенко О.О. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 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

Носенко Т.Т.

“ ” _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Герасимчук Вікторії Вікторівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виробництва кристалічного β -каротину з коренеплодів моркви

керівник роботи Бабенко Валерій Іванович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “28” 10 2020 року № 882-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи потужність 250 кг/добу

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

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципово-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 28 жовтня 2020 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	28.10.2020	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	30.10.2020-01.11.2020	
3	РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	02.11.2020-20.11.2020	
4	РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	01.12.2020-15.12.2020	
5	РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	01.01.2021-15.01.2021	
6	РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	21.01.2021-25.01.2021	
7	ВИСНОВКИ	28.01.2021-30.01.2021	
8	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	26.01.2021-27.01.2021	
9	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	21.11.2020-30.11.2020	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	16.12.2020-31.12.2020	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. КРЕСЛЕННЯ АПАРАТУ (ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД)	16.01.2021-20.01.2021	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	23.01.2021	

Здобувач _____
(підпис)

Герасимчук В.В. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бабенко В.І. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Герасимчук В.В. **Технологія виробництва кристалічного β - каротину з коренеплодів моркви**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, м. Київ, 2021.

Пояснювальна записка: 70 с., 9 рис., 8 табл., 18 джерел.

Кваліфікаційну роботу присвячено технології виробництва кристалічного β -каротину з коренеплодів моркви, в роботі наведено наліз літературних джерел за даною темою, опрацьовано технології одержання β -каротину з природної сировини. Складено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва, підібрано і розраховано необхідне обладнання, розраховано матеріальний баланс виробництва та складено схему контролю якості сировини і готової продукції.

Враховуючи наявний попит на препарати β -каротину та задля реалізації міжнародних програм під егідою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) можна стверджувати про доцільність та перспективність виробництва β -каротину з вітчизняної сировини. Оскільки найбільш ефективним шляхом подолання проблеми незбалансованого харчування населення є розвиток виробництва продуктів з високою харчовою і біологічною цінністю.

Ключові слова: β -каротин, морква, апаратурно-технологічна схема виробництва, кристалізатор, технологія

ABSTRACT

Gerasimchuk VV Technology of production of crystalline β -carotene from carrot roots

Qualification work for obtaining a bachelor's degree. - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2020.

Explanatory note: 70 pp., 9 fig., 8 table, 18 sources.

Qualification work is devoted to the technology of production of crystalline β -carotene from carrot roots, the analysis of literary sources on this topic is given in the work, the technologies of obtaining β -carotene from natural raw materials are worked out. The basic and hardware-technological schemes of production are made, the necessary equipment is selected and calculated, the material balance of production is calculated and the scheme of quality control of raw materials and finished goods is made.

Given the current demand for β -carotene and for the implementation of international programs under the auspices of the World Health Organization (WHO), it is possible to argue about the feasibility and prospects of production of β -carotene from domestic raw materials. Because the most effective way to overcome the problem of unbalanced nutrition is to develop the production of products with high nutritional and biological value.

Key words: β -carotene, carrots, hardware-technological scheme of production, crystallizer, technology

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	6
<i>РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	
1.1. Історія дослідження β -каротину.....	8
1.2. Хімічне походження, структура та властивості каротиноїдів.....	9
1.3. Біологічна роль β -каротину.....	14
1.4. Область використання каротиноїдів.....	15
1.5. Методи отримання β -каротину.....	17
<i>РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	
2.1. Характеристика β -каротина.....	24
2.2. Характеристика сировини для виробництва β -каротину.....	27
2.3. Опис принципово-технологічної схеми.....	31
2.4. Підбір основного технологічного обладнання.....	33
2.5. Опис апаратурно-технологічної схеми.....	36
2.6. Розрахунок матеріального балансу.....	39
2.7. Розрахунок теплового балансу стадії кристалізації.....	40
2.8. Розрахунок кристалізатора.....	42
<i>РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</i>	45
<i>РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІ</i>	50
<i>РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	54
<i>ВИСНОВОК</i>	67
<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</i>	68

					<i>ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ</i>										
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЗМІСТ										
<i>Розроб.</i>		<i>Герасимчук В.В.</i>									<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшів</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Бабенко В.І</i>									5	70			
<i>Керівник</i>											НУХТ. каф. ТЖТХ				
<i>Н. Контр.</i>															
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>													

ВСТУП

Харчова промисловість України, як і інших держав світу, прагне дійти гармонії з природою, використовуючи натуральні барвники і харчові добавки, а також підвищити імунну відповідь людини в умовах техногенного, фізичного, хімічного і емоційного стресу за рахунок використання біологічно активних природних речовин. Природні комплекси каротиноїдів мають більш високу стабільність, біологічну активність та засвоюваність, ніж продукти хімічного і мікробіологічного синтезу.

Дослідниками встановлено, що каротиноїди виконують такі функції: нешкідливий харчовий барвник (E160), що надає продуктам харчування від блідо-жовтого до червоно-оранжевого відтінків; біологічно активна харчова добавка з лікувально-профілактичними властивостями; адаптоген і радіопротектор, що забезпечує захист організму від впливу іонізуючого випромінювання, хімічних канцерогенів та інших шкідливих факторів; антиоксидант, який нейтралізує активні радикали, що утворюються в організмі, а також сприяє подовженню строків зберігання продуктів харчування.

Каротин використовується як харчова добавка для забарвлення масла, маргарину, сиру, майонезу, йогуртів, згущеного молока, кондитерських і борошняних виробів, макаронів, хлібобулочних виробів і в невеликій кількості як вітамінний додаток в продуктах харчування.

Найбільше поширення у харчовій промисловості набув саме β -каротин завдяки своїм фізіологічним і технологічним функціям. Як харчову добавку при виробництві різноманітних харчових продуктів його застосовують не у чистому вигляді, а у вигляді товарних форм: олієрозчинних препаратів – олійних розчинів (концентрацією 0,1; 0,2; 1,0; 2,0 %), жирової суспензії (концентрацією 10 – 30 %), дисперсій у воді, а також у вигляді кристалічного порошку (мікробіологічний і синтетичний) і водорозчинного порошку (синтетичний, який містить не менше

					<i>ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Герасимчук В.В.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшив</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабенко В.І</i>					6	70
<i>Керівник</i>						НУХТ. каф. ТЖТХ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

96 % β -каротину).

Основною сировиною для одержання каротину є морква, гарбуз, обліпиха, люцерна, але сучасні успіхи біотехнології дозволяють в значній мірі вирішувати проблеми виробництва каротину з інших джерел. Такими джерелами можуть бути одноклітинні водорості, міцеліальні гриби, бактерії. З рослинних матеріалів каротиноїди можуть бути виділені екстракцією розчинниками, що не містять пероксидів, під розсіяним світлом в інертній атмосфері з подальшим омиленням та хроматографічним розділенням

Каротиноїдні барвники є ліпофільними речовинами і розчиняються у рослинних оліях. Важливим є одержання барвника не тільки у ліпофільній фазі для забарвлення жиромістких продуктів, але й товарної форми барвника для забарвлення напоїв, соків, горілчаних виробів. Тому дослідження у цій сфері є доцільними.

Метою даної роботи було вивчення і удосконалення технології виробництва кристалічного β -каротину з коренеплодів моркви.

У відповідності з поставленою метою сформульовано основні задачі:

- ознайомитись з науково-технічною літературою та розробити технологію виробництва натурального барвника β -каротину з рослинних джерел
- вивчити вплив провітаміну А на організм людини та використання харчової добавки Е160 у виробництві харчових продуктів;
- підібрати обладнання, розрахувати матеріальний і тепловий баланс, та економічну ефективність виробництва кристалічного β -каротину;
- розглянути екологічні проблеми при виробництві харчової добавки Е160.

Об'єктом дослідження є провітамін і харчовий барвник Е160 β -каротин кристалічний.

Предмет дослідження – технологія виробництва кристалічного β -каротину з коренеплодів моркви.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія дослідження β -каротину

Вперше каротин було виділено з жовтого ріпаку та моркви німецьким вченим Генріхом Вакенродером у 1831 році. У 1837 році, шведський хімік Йонс Берцеліус шляхом екстрагування спиртом виділив з осіннього листа рослин речовину жовтого кольору, яку назвав ксантофілом. Пізніше у 1847 році дацький хімік-органік Вільям Цейзе зробив опис пігменту моркви, та запропонував для нього емпіричну формулу C_5H_8 .

У збірках робіт 1885-1889рр. французький вчений А. Арно висловив припущення про те, що жовті пігменти, що містяться у листьях зелених рослин (ксантофіл Берцеліуса), ідентичні помаранчевим пігментам моркви (каротин Вакенродера). За результатами досліджень Арно присвоїв жовтому пігменту емпіричну формулу $C_{26}H_{38}$ та назвав його каротеном. Запропонована А. Арно формула залишалася неспростованою протягом наступних 20 років. [1]

У 1906 році російський ботанік Цвет запропонував хроматографічний метод для розділення пігментів, що були виділені з жовтого листа. На основі цього відкриття у 1907 році Ріхард Вільштеттер та Міг виділили каротин з сушеного листа крапиви, що був абсолютно ідентичний каротину з моркви. Згідно проведених аналізів, щодо встановлення структури речовини, було встановлено дійсну формулу речовини $C_{40}H_{56}$ яку пізніше назвали β -каротином. Водночас Вільштеттер розмежував поняття “каротин” і “ксантофіл”, характеризуючи ксантофіл, як оксіпохідну каротину.

Таким чином з робіт Вільштеттера виходить, що знайдено тільки два жовтих пігмента - каротин та ксантофіл. Але існування, окрім каротину, тільки одного ксантофілу було сумнівним, так як ще до досліджень Вільштеттера, ботаніками було зібрано значний обсяг матеріалів про пігменти, що знаходяться у жовтому листі, які мали різні спектральні характеристики та розчинність.

					<i>ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Герасимчук В.В.</i>			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабенко В.І</i>					<i>8</i>	<i>70</i>
<i>Керівник</i>						НУХТ. каф. ТЖТХ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Так слідуючи роботам самого Вільтештеттера, ним було відкрито та не досліджено чотири „ксантофіли”, а ще у 1876 році Мілардет виділив червоно-фіолетовий пігмент лікопін з томатів (*Lycopersicon esculentum*). Назривала необхідність створення системи раціональної класифікації цього класу пігментів.

Перша спроба класифікувати каротиноїдні пігменти відноситься до 1913 року. Вчені французький Н. Монтеверде та російський В. Любіменко в роботі “Про перетворення пігментів пластид у живій тканині рослин” розробили класифікацію, що базувалася на двох принципах: розчинність пігментів в одному органічному розчиннику та спорідненості спектрів поглинання у сірковуглецю. [1]

Американський хімік Г. Стенбок у 1919 році висловив припущення про спорідненість вітаміну А та β-каротину. Внаслідок подальших досліджень було розроблено концепцію провітамінів, що мала великий вплив на розвиток науки та виробництва.

Структура β-каротину у вигляді полієнового ланцюга та циклічними структурами на кінцях була встановлена П. Карером за результатами дослідження 1930-1931 років. Формула β-каротин стала першою із всіх формул вітамінів або провітамінів, які відкрито на сьогоднішній день. [1]

Вперше синтетичний β-каротин було одержано у 1950 році. А вже у 1954 році компанія Roch налагодила випуск синтетичного β-каротину для харчової промисловості, що використовувався як барвник. До початку 1970-х років вважалося, що в-каротин можна використовувати тільки як барвник або корисну добавку до харчових продуктів. Але вже через 10 років було відкрито, що його можна використовувати для боротьби з раком, а також як антиоксидант

1.2. Хімічне походження, структура та властивості каротиноїдів

Каротиноїди – рослинні червоно-жовті пігменти, що забезпечують забарвлення ряду овочів, фруктів, жирів, яєчного жовтка й інших продуктів.

В рослинних організмах каротиноїдні пігменти знаходяться або в хлоропластах тканин зелених частин рослин поряд з хлорофілом, або в

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

хромопластах інших тканин, наприклад, пелюстків квітів. [7]

Каротиноїди містяться в: моркві (*Daucus carota* L.); помідорах (*Lycopersicon esculentum* Mill.); апельсинах (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck); квітах ромашки (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert); календулі (*Calendula officinalis* L.); шафрані (*Crocus sativus*); перці (*Capsicum*); гарбузі, абрикосах, манго, хурмі і т.д.

Каротиноїди присутні також і у листках шпинату, у броколі разом з хлорофілом, яким вони маскуються

Каротини містяться і в тваринних продуктах, вони відповідають за незначний колір молока та веркового масла, яєчного жовтка, м'яса лосося, забарвлення морських ракоподібних.

До організму тварин каротиноїди потрапляють з рослинною їжею. Тваринними організмами не синтезуються. Крім рослинних організмів каротиноїди можуть біосинтезуватись лише деякими дріжджами (що належать до однієї родини), як *Rhodotorula Rhodosporidium*, *Sporobolomyces* genus, *Cryptococcus*. Ячний жовток зобов'язаний своєму кольору двом ксантофілам лютеїну і зеаксантину, причому лише невелика частка β -каротину. Каротиноїди, що надають депозитарному жиру тварин жовтуватого відтінку, теж надходять до організму тварини разом з рослинною їжею.

Хімічна будова каротиноїдів За хімічною будовою каротиноїди – це вуглеводні ізопреноїдного ряду $C_{40}H_{56}$.

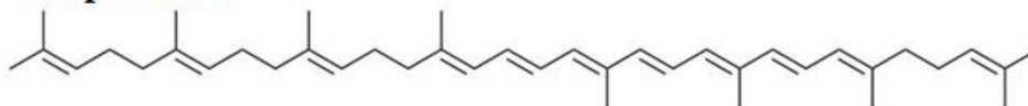
Каротиноїди поділяються на дві основні групи:

- каротини – вуглеводні ізопреноїдного ряду, що не містять кисню, наприклад, лікопен і β -каротин (рис. 3);
- ксантофіли – кисневмісні похідні вуглеводнів ізопреноїдного ряду.

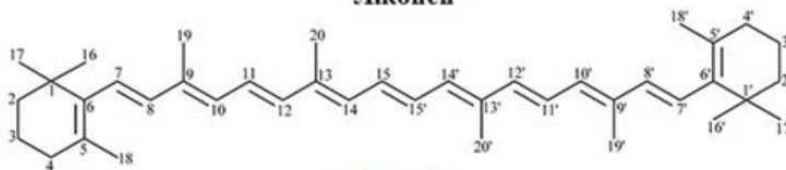
Інтенсивне забарвлення каротиноїдів зумовлене наявністю в їх структурі зв'язаних подвійних π -зв'язків, що є хромофорами. Каротиноїди є нерозчинними у воді і розчинними в жирах і органічних розчинниках. Деякі каротини є провітамінами А. . [7]

Ксантофіли не мають провітамінної активності.

Каротини:

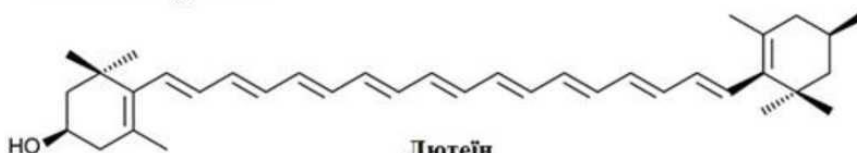


Лікопен

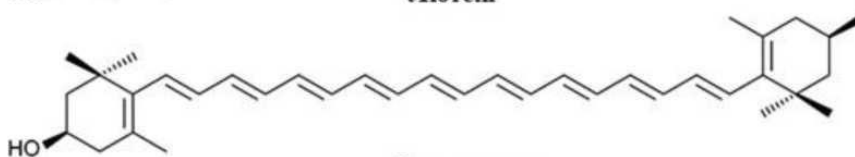


β -Каротин

Ксантофіли:



Лютеїн



Зеаксантин

Рис. 1 Хімічна бідова деяких каротиноїдів

Серед каротинів (Е 160) розрізняють:

- β -каротин (зелені рослини, морква, солодка картопля, гарбуз (сквош), шпинат, абрикос, зелений перець);
- α -каротин (зелені рослини, морква, сквош, кукурудза, кавуни, зелений перець, картопля, яблука, персики, інжир);
- γ -каротин (морква, солодка картопля, кукурудза, помідори, кавуни, абрикоси);
- β -зеакаротин (кукурудза, помідори, дріжджі, вишня);
- лікопен (томати, морква, зелений перець, абрикос, рожевий грейпфрут, папайя).

Серед ксантофілів (Е 161) розрізняють:

- криптоксантин (кукурудза, зелений перець, хурма, папайя, лимони, апельсини, чорнослив, яблука, абрикоси, паприка, птиця);
- зеаксантин (шпинат, паприка, кукурудза, фрукти);
- лютеїн (зелені рослини, кукурудза, картопля, шпинат, морква, помідори, фрукти);
- кантаксантин (гриби, форель, ракоподібні);

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- кроцетин (шафран);
- капасантин (червоний перець, паприка).

Виділяють шість найпоширеніших каротиноїдів, що відповідають за забарвлення овочів та фруктів: лікопен; β -каротин; α -каротин; лютеїн; зеаксантин; кроцетин (рис. 2.). . [7]



Рисунок 2. – Шість найпоширеніших каротиноїдів

Каротиноїди, що використовуються в харчовій промисловості як барвники: β -каротин E160a(I); анато (E160b); маслосмоли паприки (E160c); лікопін (E160 d); β -апокаротиналь (E160e).

β -КАРОТИН E160a(I) одержують синтетичним (у тому числі мікробіологічним) шляхом або виділяють з природних джерел, у тому числі з криля, в суміші з іншими каротиноїдами (E160a(II) – каротиноїди) у вигляді водо- або жиророзчинних форм. β -Каротин є не лише барвником, але і провітаміном А, антиоксидантом, ефективним профілактичним засобом проти онкологічних і серцево-судинних захворювань, захищає від дії радіації. Він застосовується для забарвлення і вітамінізації маргаринів, майонезів, кондитерських, хлібобулочних виробів, безалкогольних напоїв.

АНАТО (E160b) – жовто-помаранчевий барвник – пігмент з фруктів (червоне насіння і м'якоть) ахіотевого дерева (*Bixa orellana*, *Bixaceae*), яке поширене у Центральній та Південній Америці, де він використовується як барвник, як лікарський засіб, і як інгредієнт багатьох продуктів. Дозволений для забарвлення маргаринів, не ароматизованих сирів, сухих сніданків із зерна, вершкового масла; має антиспастичні і гіпотонічні властивості;

Насіння використовують у вигляді порошку, пасти або розчиненим в олії.

Основним природним компонентом анато є апокаротиноїд біксин, що утворюється як продукт катаболізму лютеїну. Кількість біксину насіння становить близько 2%. Біксин є помаранчевим, відносно нестійким і злегка жиророзчинним (розчиняється з утворенням 5%-ного розчину).

МАСЛО СМОЛИ ПАПРИКИ (E160c) – екстракти з червоного перцю *Capsicum annuum* L.; мають характерний гострий смак і колір від жовтого до помаранчевого; основним пігмент – капсантин, що не має А-вітамінної 27 активності; застосовується у виготовленні копчених продуктів, кулінарних виробів, соусів, сирів; . [7]

β -АПОКАРОТИНАЛЬ (E160e) – β -апокаротиновий альдегід, що одержують синтетичним шляхом, і метилові або етилові ефіри β -апо-8'-кислоти каротину (E160 f). Велику групу утворюють похідні каротиноїдів: флавоксантин (E161a), лютеїн (E161b), криптоксантин (E161c), рубіксантин (E161 d), віолоксантин (E161e), родоксантин (E161 f), кантаксантин (E161 g).

Для забарвлення харчових продуктів (маргарину, вершкового масла, майонезу, рибних виробів, штучної ікри і деяких інших продуктів) застосовують каротиноїди, виділені з моркви (α -, β -, γ -каротини), плодів шипшини, перцю, а також продукти, одержані мікробіологічним або синтетичним шляхом.

Каротиноїди приймають участь у фотосинтезі, транспорті кисню крізь кліткові мембрани, захищають зелені рослини від дії ультрафіолетових променів; у тварин стимулює діяльність полових залоз, у людини підвищують імунний статус, захищають від фотодерматозів, грають важливу роль у механізмах зору; природні антиоксиданти. Каротиноїди використовують у якості промислових харчових барвників, компонентів вітамінізованих кормів для тварин, у медичній практиці - для відновлення пошкоджених шкіряних покривів. [1, 3, 5]

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Біологічна роль в-каротину

Біологічна роль β -каротину обумовлена перш за все його антиоксидантними властивостями.

Загальновідомо, що організм людини щодня піддається руйнівній дії високореакційних молекул (так званих "вільних радикалів"), які утворюються в процесі життєдіяльності організму, під впливом іонізуючого випромінювання, тютюнового диму і інших шкідливих речовин, присутніх в повітрі, в землі і воді внаслідок дії антропогенних чинників. Утворення вільних радикалів у великих кількостях спричиняє за собою серйозні зміни в організмі і провокує цілий ряд небезпечних хвороб, таких як рак, катаракта, серцево-судинні захворювання, загальне пониження функціонування імунної системи. Але сама природа забезпечила нас захистом, здатним нейтралізувати вільні радикали в організмі. Це вітаміни-антиоксиданти: β -каротин, вітамін Е, вітамін С. Одна молекула β -каротину може зв'язати 5-6 вільних радикалів. β -каротин перешкоджає утворенню бляшок холестерину, і наростанню ліпідних відкладень на стінках кровоносних судин. В результаті дії β -каротину на організм підвищується дієздатність імунної системи і збільшується стійкість організму до всього спектру захворювань.

Оптимальною дозою, що надає захисну дію, є 1,0 мг/кг, що відповідає 5-10 мг 100 % β -каротину в добу для людини. β -каротин і препарати на його основі володіють цінними фармакологічними властивостями, що забезпечує їх широке застосування в медицині, фармацевтичній промисловості і виробництві косметичних препаратів. Широке застосування препаратів на основі β -каротину обумовлено його біологічною активністю при повній відсутності токсичних властивостей. [10].

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

1.4. Область використання каротиноїдів

Харчова промисловість всього цивілізованого світу знаходиться на новому етапі розвитку, прагне знов дійти гармонії з природою і дійсно поліпшити адаптаційні можливості людей в умовах постійно наростаючого техногенного, фізичного, хімічного і емоційного стресу за рахунок використання біологічно активних природних речовин (БАВ).

Останніми роками для цього все більше застосування знаходять природні антиоксиданти, такі як токофероли, аскорбінова кислота і β -каротин. У харчовій промисловості β -каротин набув поширення завдяки своїм фізіологічним і технологічним функціям. Його широко використовують як натуральний барвник (харчова добавка E-160a), вводять в продукти лікувально-профілактичного призначення завдяки його антиоксидантній активності, а також як провітамін А. Застосовують як функціональний інгредієнт. [8].

Використання β -каротину в продуктах харчування дозволяє поліпшити їх зовнішній вигляд, органолептичні властивості, підвищити харчову цінність, зберегти якість при тривалому зберіганні, розширити асортимент виробів з β -каротином, в у тому числі спецпризначення.

У теперішній час каротин використовують при виробництві наступних видів продукції: маргарину, майонезу, йогуртів, згущеного молока, сиру, солодких сирків, сиро-молочних продуктів, глазури для морозива; кондитерських виробів (цукерок, драже, зефіру, мармеладу, нуги, крекерів, вафель, кремів і інше.); борошняних виробів (пряників, печення, кексів, тістечок, тортів); макаронів, хлібобулочних виробів (батонів, рогаликів, здоби).

Використання β -каротину у виробництві маргарину, масла, майонеза. Мікробіологічний β -каротин використовується для вітамінізації і часткового забарвлення бутербродних, дієтичних, столових, молочних сортів маргарину, вершкового масла, майонезу, кулінарного і кондитерського жиру. Комплекс β -каротину і токоферолів соняшникової олії, які містяться в каротинвмісних препаратах, крім забарвлюючих властивостей, володіє ефективною антиоксидантною дією.

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

Для забарвлення і вітамінізації продукції рекомендовано вводити 2-6г β -каротину (у перерахунку на 100 %-й β -каротин) на 1т продукції (залежно від бажаного кольору). У разі використання масляного розчину (0,2 %) β -каротину доза введення складе 1-3 кг на 1т продукції. Використання β -каротину надає продукції приємного зовнішнього вигляду і радіопротекторних властивостей.

Використання β -каротину в молочних і молочнокислих продуктах. Препарати β -каротину на жировій основі можуть бути використані для підфарбовування і вітамінізації продуктів з цільного молока, молочних консервів, згущеного молока, вершків, сиру, твердих сирів, йогуртах та іншій продукції. β -каротин може додати молочним продуктам різні відтінки - від блідо-жовтого до яскраво-помаранчевого. Одночасно він надає продуктам харчування додаткові харчової цінності, але не енергетичні, оскільки є харчовим барвником.

Для забарвлення і вітамінізації продукції рекомендовано вводити 1-4г β -каротину (у перерахунку на 100 % β -каротин) на 1т продукції (залежно від бажаного кольору). У разі використання масляного розчину (0,2 %) β -каротину доза введення складе 0,5-2кг на 1т продукції.

Застосування β -каротину у виробництві макаронних і хлібобулочних виробів. Спеціалісти пропонують β -каротин натурального походження для підвищення харчової і біологічної цінності хліба, хлібобулочних і макаронних виробів, поліпшення їх зовнішнього вигляду і додання їм лікувально-профілактичних і дієтичних властивостей. Для збагачення і часткової вітамінізації даних продуктів використовують масляний розчин β -каротину (0,2 %). Спосіб введення масляного розчину: шляхом уприскування в борошно; шляхом підготовки водно-масляної емульсії.

Уприскування проводять шприцом або іншими пристосуваннями безпосередньо в бункер з борошном (при завантаженні борошна 5-10 кг). Емульсію готують в окремій ємності, змішуючи в міксері розрахункову кількість масляного розчину β -каротину з частиною холодної води, необхідної по рецептурі.

Використання β -каротину в кондитерських виробках. Вітаміни в кондитерських виробках містяться в незначній кількості або зовсім відсутні.

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

Для вітамінізації кондитерських виробів, їх забарвлення пропонується використання масляних розчинів β -каротину (0,2-1 %)

β -каротин має великі переваги перед синтетичними барвниками: має підвищену біологічну і харчову цінність; сприяє зниженню рівня радіонуклідів; як барвник може забезпечувати широку кольорову гамму; розчини β -каротину безпечні навіть в підвищених дозах.

Використовуючи β -каротин, можна: замінити натуральним β -каротином синтетичні барвники; збільшити термін зберігання і реалізації продукції; створити високоякісну конкурентоздатну продукцію. [11].

1.5. Методи отримання β -каротину

β -каротин широко поширена сполука, що зустрічаються у багатьох рослинах та грибах і його промислове отримання представляє інтерес для медицини і багатьох областей промисловості.

Виробництво кристалічного β -каротину із моркви.

Початковою сировиною для отримання кристалічного β -каротину є морква, яка містить 85-90% β -каротину (для прикладу, в гарбузі вміст β -каротину становить лише 60-70%).

Виробництво кристалічного каротину включає наступні стадії:

- 1) екстракція каротину з сухого коагулята білків органічним розчинником;
- 2) омилення концентрату;
- 3) екстракція каротину з омиленої маси;
- 4) кристалізація каротину.

Екстракція каротину. Більшість дослідників сходяться на застосуванні в якості органічного розчинника для екстракції β -каротину хлорованих вуглеводнів (в основному дихлоретану). Існує думка про доцільність попередньої екстракції білкового коагулята спиртом для видалення стеринів, фосфатидів, вільних жирних кислот та інших речовин. Однак додаткова екстракція спиртом сильно ускладнює технологію виробництва, тому необхідність цього процесу потребує техніко-економічному обґрунтування. [9].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екстракцію здійснюють дихлоретаном в екстракторах безперервної дії (при великому виробництві) або в апаратах типу Сокслета при невеликих масштабах виробництва. Дихлоретан в реактор завантажують 400% до маси сухого коагулята.

Екстракцію ведуть протягом 1-1,5 год. Вміст каротину в шроті не повинен перевищувати 5% до введеного каротину з білковим коагулятом. Потім в випарнику в присутності CO₂ відганяють дихлоретан (температура не повинна бути вище 50 ° С).

Омилення концентрату. Омилення проводять 10% -вим розчином їдкого калію, якого додають близько 10% до маси концентрату. Процес проводять в реакторі зі зворотнім холодильником протягом 20 хв при 50 °С. При омиленні утворюється осад, що містить до 80% каротину і рідке мило. Осад відфільтровують на нутч-фільтрі і промивають спиртом від мила.

Екстракція каротину з омиленої маси. Каротин екстрагують дихлоретаном в кількості, необхідній для розчинення каротину при кімнатній температурі, виходячи з того, що в 100 мл дихлоретану (ДХЕ) розчиняється при температурі 25 ° С 1,16 г каротину. [9].

Екстракцію ведуть при кімнатній температурі в реакційному апараті, забезпеченому зворотнім холодильником і мішалкою. Потім масу фільтрують на нутч-фільтрі, промивають осад чистим ДХЕ. Екстракт з промивним ДХЕ згущують в вакуум-перегонному апараті до отримання пересиченого розчину.

Перша кристалізація. Пересичений розчин спускають в кристалізатор, де протягом 8 год йде процес кристалізації спочатку при кімнатній температурі, а потім через 4 год при охолодженні, до кінця процесу температуру доводять до 5°С.

Для збільшення виходу каротину на першій кристалізації в пересичений розчин вводять етиловий спирт у співвідношенні 1:2. Потім відфільтровують в центрифугі виділені кристали, промивають їх спиртом і висушують в вакуум-сушарці 10. Маточний розчин I надходить до збірника 11.

Друга кристалізація. Маточний розчин I переробляють спільно з промивними і мильною масою. Для цього мильну масу екстрагують два рази ДХЕ в нутч-фільтрі, а екстракт промивають водою в змішувачі.

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Екстракт і маточник I направляють в збірник, звідки вони надходять в вакуум-апарат для розпарювання в концентрат. Останній надходить в кристалізатор 15, де кристалізується 24 год. Центрифугування проводять при температурі 5 °С в центрифугі. Кристали каротину II промивають спиртом і направляють на переробку спільно з екстрактом омиленої маси (до першої кристалізації). Матковий розчин II надходить до збірника.

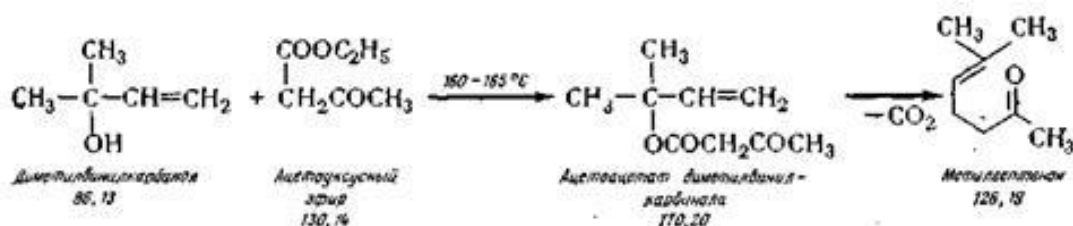
Третя кристалізація. Маточний розчин II спільно з промивними водами другої кристалізації упарюють в вакуум-апараті, кристалізують 72 год в кристалізаторі, центрифугують в центрифугі. Кристали промивають спиртом. Отримують кристали каротину III, що направляються на переробку в маточний розчин I і у вигляді відходу маточний розчин II - в збірник

Норми якості готової продукції. Кристалічний каротин повинен бути однорідним, дрібнокристалічним сухим порошком без злежалих грудок лілово-червоного кольору з металевим блиском. Точка плавлення каротину повинна бути не нижче 160 °С. Вміст β-каротину в кристалах не менше 90%.

Питання удосконалення технології виробництва каротину з моркви. Цікаві дослідження в цій області були проведені Б. Савіновим і його учнями розроблено метод отримання каротину з моркви і гарбуза методом термічної коагуляції білків в клітині, але нажаль, ці методи не знайшли широкого застосування у зв'язку з розвитком хімічного синтезу вітамінів.

Хімічний синтез β-каротину

Метилгептенон (6-метилгептен-5-он-2). Отримують конденсацією диметилвінілкарбінола і ацетооцтового ефіру при температурі 160-165 °С за такою хімічною схемою:

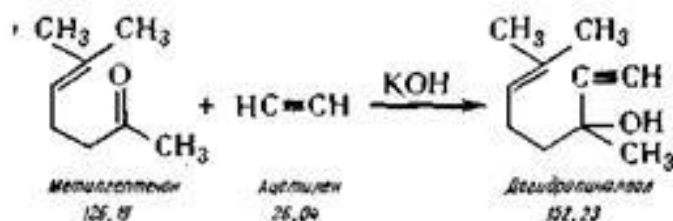


У реактор з нержавіючої сталі, забезпечений колонкою з дефлегматором і конденсатором, з мірника завантажують вазелінове масло (висококиплячий розчинник) і при температурі 210°C (в маслі) завантажують диметилвінілкарбінол і ацетооцтовий ефір так, щоб температура реакційної маси була не нижче 160-165 ° С. Потім нагрівання продовжують при температурі 160-180 ° С 3 год до припинення виділення газу (CO₂). . [9].

До збірника після конденсатора збирають відгон (спирт з домішкою ацетону). Кубовий залишок розганяють при залишковому тиску 5-6 мм рт. ст. в вакуум-перегонному апараті. Готовий продукт надходить в приймач. Вихід 60%.

Метилгептенон - безбарвна рідина, температура кипіння 52-53 ° С при залишковому тиску 5 мм рт. ст. C₈ H₁₄O, молекулярна маса 126,19; d₂₀ = 0,8616, добре переганяється з водяною парою.

Дегідроліналоол (3,7-діметілоктаен-6-ін-1-ол-3). Дегідроліналоол синтезують за такою хімічною реакцією:

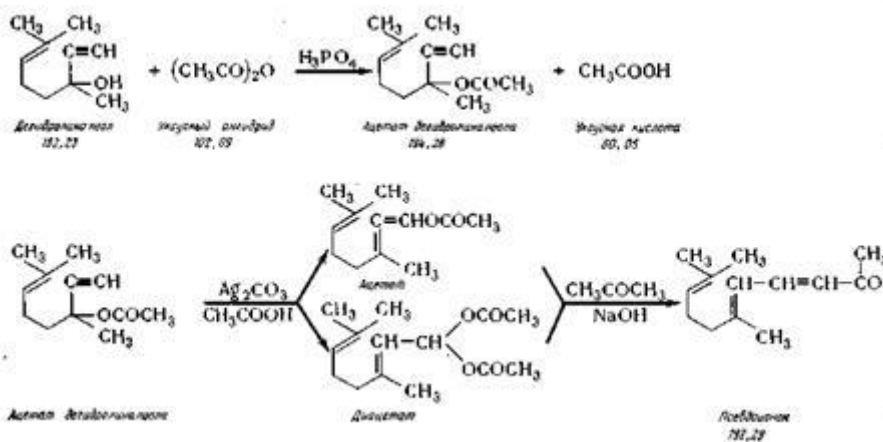


У реактор з емальованої сталі, забезпечений мішалкою, барботером для підведення ацетилену завантажують толуол і порошкоподібний їдкий калі, нагрівають до 80 ° С і пропускають ацетилен при перемішуванні протягом 2 год. Після припинення нагрівання зменшують струм ацетилену, охолоджують розсолем до -12-10 ° С і поступово протягом 3 ч доливають метилгептенон. Потім додають воду і після перемішування поділяють шари: толуольний розчин переводять в реактор, в якому нейтралізують вуглекислою. У перегонному апараті відганяють толуол, а потім при залишковому тиску 12-14 мм рт. ст. збирають фракцію, киплячу при температурі 89-91°C. Вихід 76-80%.

Дегідроналоол - безбарвна рідина, температура кипіння 78-80 °С при залишковому тиску 8 мм рт. ст. ; C₁₀ H₁₂O, молекулярна маса 152,23; щільність == 1,4632. Добре розчинний в органічних розчинниках, погано - у воді.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Псевдоіонон отримують з дегідроліналоола шляхом його ацилювання, ізомеризації ацетату, омилення і конденсації з ацетоном в присутності їдкого натру. Синтез протікає за наступною схемою:

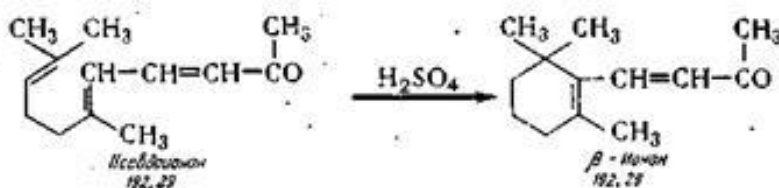


У реактор з нержавіючої сталі завантажують дегідроліналоол, з мірника оцтовий ангідрид і каталітичну кількість фосфорної кислоти, перемішують (температура не вище $50\text{ }^\circ\text{C}$) і витримують 14-15 год при температурі $18\text{ }^\circ\text{C}$. Потім вводять в реактор азот, нагрівають реакційну масу до $90\text{ }^\circ\text{C}$ і додають каталітичну кількість карбонату срібла, продовжуючи перемішування 1,5 год при температурі $90\text{ }^\circ\text{C}$. Далі реакційну масу охолоджують до $20\text{ }^\circ\text{C}$ і передають під тиском в реактор, в який завантажують 20% -вий водний розчин хлористого натрію. Після перемішування поділяють шари, промивають верхній шар розчином хлористого натрію до нейтральної реакції. Потім верхній шар переводять в реактор і вводять в нього ацетон і 48,8% -вий водний розчин їдкого натру, нагрівають до $40\text{ }^\circ\text{C}$ і перемішують 2,5-3 год. Реакційну масу при температурі $20\text{ }^\circ\text{C}$ нейтралізують оцтовою кислотою. Знову поділяють шари: нижній шар надходить до збірника, звідки далі направляють на регенерацію. Верхній шар промивають в колонці розчином хлористого натрію. Промитий шар (технічний псевдоіонон) передають до збірника і далі в вакуум-перегонний апарат, забезпечений колонкою, дефлегматором і конденсатором. Перегонку ведуть при залишковому тиску 6-7 мм рт. ст., відбирають фракцію, киплячу при $131-135\text{ }^\circ\text{C}$ до збірника. Вихід 54-55%.

Псевдоіонон - жовтувата масляниста рідина, добре розчинна в органічних розчинниках, погано - у воді, температура кипіння при залишковому тиску 5 мм рт. ст. - $120\text{ }^\circ\text{C}$; $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}$, молекулярна маса 192,29; вміст не нижче 95%.

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

β -іонон отримують процесом циклізації псевдоіонону під впливом суміші концентрованої сірчаної кислоти і крижаної оцтової кислоти в середовищі толуолу по хімічній схемі: . [9].



У реактор завантажують псевдоіонон і толуол і перемішуванням одержують толуольний розчин псевдоіонону (щільність 890-900 кг/м³), що подається насосом в мірник. У реактор з емальованої сталі зливають концентровану сірчану кислоту, яку в реакторі охолоджують до 0°С, а потім повільно завантажують крижану оцтову так, щоб температура не піднімалася вище 15 ° С. Суміш кислот насосом подають в мірник. В апарат для циклізації з нержавіючої сталі, забезпечений мішалкою і сорочкою, подають з мірника суміш кислот, а з іншого мірника толуольний розчин псевдоіонону. Реакція протікає при температурі мінус 7-10 °С протягом 1 год. Для нейтралізації реакційної маси застосовують 18-20%-вий розчин вуглекислого натрію. У реактор завантажують вуглекислий натрій та воду і при перемішуванні насичений розчин насосом подають в мірник. З апарату циклізації нейтралізована реакційна маса надходить в ділильну воронку, де промивається розчином карбонату натрію і далі надходить в перегонний апарат, де відганяють толуол при залишковому тиску 20 мм рт. ст. Залишок переганяють при залишковому тиску 1 мм рт. ст. і збирають в приймачі. Вихід 75%.

β -іонон - жовтувата масляниста рідина, температура кипіння 118-120 ° С при залишковому тиску 5 мм рт. ст. і 132 ° С при залишковому тиску 12 мм рт. ст., C₁₃H₂₀O, молекулярна маса 192,29; добре розчинний в органічних розчинниках, погано у воді;

Мікробіологічний синтез β -каротину.

На початку 60-х років ХХ століття розроблена схема мікробіологічного синтезу β -каротину, яка стала основою промислового способу його отримання.

Серед мікроорганізмів β -каротин синтезують фототрофні бактерії, актиноміцети, цвілеві гриби, дріжджі. При цьому, вміст β -каротину у

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

мікроорганізмів у багато разів перевищує вміст цього провітаміну у рослин.

Так, в 1 г моркви міститься всього 60 мкг β-каротину, в той час як в 1 г біомаси міцеліального гриба *Blakeslea trispora* - 3-8 тис. мкг. Мікробіологічний синтез засновано на використанні *Blakeslea trispora*, як субстрат застосовується пшеничне або рисове борошно, рослинна олія (кукурудзяна або соняшникова). Вносяться стимулятори синтезу β-каротину В-іонон або цитрусова меляса, тіамін, а також світло, що володіє стимулюючим ефектом.

Спочатку (+) жіночі та (-) чоловічі штами міцелію вирощують роздільно. Потім їх змішують в біореакторі, безпосередньо перед ферментацією. Співвідношення (+) і (-) штамів має бути 1/15, тобто чоловічі штами повинні переважати в 15 разів. При злитті різностатевих жіночого (+) і чоловічого (-) міцелію утворюється зигота, яка синтезує в 5-17 разів більше β-каротину, ніж кожен штам окремо. Ферментація супроводжується аерацією і перемішуванням.

Тривалість ферментації - 6-7 днів. Накопичення β-каротину спостерігається в другій фазі розвитку, після припинення росту міцелію. В культуральному середовищі зменшується концентрація ліпідів внаслідок їх активної переробки в β-каротин. Концентрація β-каротину досягає 2000 мг/л. Після закінчення ферментації біомаса сепарується, піддається розпилювальній сушці до 7% залишкової вологи.

Далі в залежності від призначення, мети застосування використовуються різні технології:

- якщо β-каротин необхідний як кормовий концентрат - після сушки порошок змішується з наповнювачем і гранулюється;

- для застосування в якості харчової добавки - екстрагується олією, концентрується, промивається етанолом. В результаті отримують каротин в олії (соняшникова або інша) з вмістом 2,0-2,5 г /кг провітаміну. Використовується як харчова добавка до багатьох харчових продуктів;

- для медичних цілей - екстрагують фреоном, очищають від органічних домішок і отримують кристали оранжево-червоного кольору. Випускається в капсулах. . [].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика β -каротина

Харчова добавка E160a (каротин) відноситься до групи барвників - каротиноїдів, маркується в харчовій промисловості добавкою E160.

Термін «Каротин» бере свою назву від слова *carota* - морква. Він являє собою помаранчевий пігмент, який утворюється в ході фотосинтезу рослин. Каротини забарвлюють фрукти та овочі в помаранчевий і жовтий кольори. В організмі людини і тварин які не виробляються.

Каротин міститься в моркві, абрикосах, дині, хурмі, капусті, петрушці, гарбузі, солодкому картоплі, манго. Як правило, чим вище інтенсивність оранжевого кольору продукту, тим більше він містить каротину. Харчова добавка E160a є провітаміном вітаміну А. Вона не розчиняється у воді, але може розчинитися в жирах і органічних розчинниках. У промисловості барвник E160a або видобувається з продуктів, багатих каротином, або синтезується хімічним способом. За способом виробництва розрізняють два підвиди добавки:

- E160a (i) - бета-каротин синтетичний;
- E160a (ii) - екстракт натурального каротину.

Синтетичний каротин поставляється з США. Натуральний - виробляється в Іспанії (з грибів особливого виду) або Австралії (з сушених водоростей). Також харчовий барвник E160a отримують з моркви, червоної пальмової олії, насіння кукурудзи. Джерелом добавки E160a можуть бути і інші рослини, а також деякі види бактерій.

Існує дві основні форми каротинів: альфа-каротин (α -каротин) і бета-каротин (β -каротин). Також існують гамма-, дельта-, епсілон- і зета-каротин (γ , δ , ϵ і ζ -каротин), але вони не набули широкого поширення. Молекули альфа- і бета-каротину практично ідентичні, відрізняються лише позиції подвійних зв'язків в кінцевому кільці молекули.

					<i>ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Герасимчук В.В.</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабенко В.І</i>					24	70
<i>Керівник</i>						НУХТ. каф. ТЖТХ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Крім усього вищезгаданого, з частини каротиноїдів (альфа-каротин, бета-каротин) під дією ензимів в організмі утворюється ретинол. Каротиноїди не мають шкідливих впливів, властивих іншим формам вітаміну А.

Біологічні функції вітаміну

Ретинол, ретінал і ретиноєва кислота володіють декількома біологічними функціями.

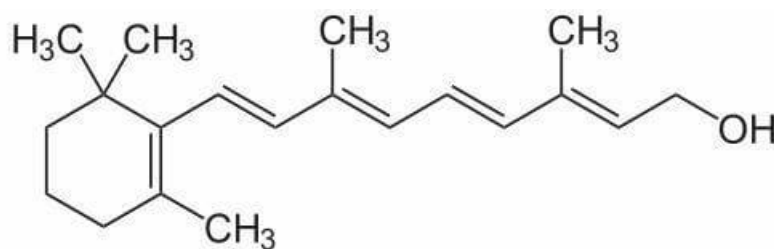


Рис.1 Вітамін А: ретинол

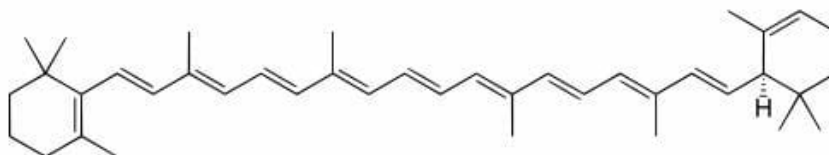


Рис.7 Вітамін А: альфа-каротин

Найважливішою біологічною функцією є те, що в ретінал - це молекула, яка сприймає світло в процесі зору. Крім того, вітамін А бере участь у розвитку епітелію - перш за все, слизової оболонки ока, а також в роботі імунної системи. Сухість очей, викликана нестачею вітаміну А.

Крім того, вітамін А бере участь у розвитку епітелію і клітин шкіри. Також вітамін важливий для регуляції розвитку і зростання хрящової і кісткової тканини (в т. ч. зубів). Вітамін А необхідний також для нормального розвитку клітин ембріона і молодого організму, розвитку плаценти і сперматозоїдів, регуляції секреції шлункового соку. Вітамін А також має антиоксидантну і антиканцерогенну дію.

Необхідно зазначити те, що засвоєнню вітаміну А перешкоджають важке фізичне навантаження, надмірне вживання алкоголю, кави, мінеральні масла, нітрати, фенобарбітал, преднізолон і кортизон, а також холестирамін і інші лікарські препарати, що зв'язують шлункові соки.

Вітамін А накопичується в печінці. Печінка може зберігати до 300 мкг / г ретинолу протягом від 1 року до 3 років.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Використанню накопиченого вітаміну сприяє цинк.

Проблеми, викликані дефіцитом:

- Гемералопія (порушення зору в темряві);
- Порушення утворення слизу (синдром сухого ока і підвищений ризик виникнення інфекцій);
- Сухість шкіри;
- Пристарілий вигляд шкіри;
- Швидке виникнення дефіциту вітаміну С.

У препаратах вітамін А міститься, як правило, у вигляді ретінілацетата, ретінілпальмітат або ретинолу.

Необхідно пам'ятати, що дія вітаміну А буде більш ефективною, якщо приймати вітамін з кальцієм і цинком, оскільки вони сприяють засвоєнню. Вітамін Е ж перешкоджає інактивації і, таким чином, також сприяє засвоєнню. Важливо приймати вітамін А також з вітамінами групи В, оскільки вони сприяють акумуляції, а також необхідно додати вітамін С, що перешкоджає потенційній токсичності вітаміну А.

Отже, вітамін А відноситься до групи жиророзчинних поживних речовини. Він використовується людським організмом для нормалізації ряду функцій, включаючи зір, імунітет, зачаття і виношування плоду.

Недостатня кількість цього елемента, також як і його надлишок здатний викликати негативні наслідки. Максимально допустимою нормою прийому вітаміну є 3000 мкг на добу.

2.2. Характеристика сировини для виробництва β-каротину



									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

- глікемічний індекс;
- фізіологічну цінність.

Один коренеплід містить від 86 до 95% води. Їстівна частина - це близько 10% вуглеводів. У ній майже немає білків і жирів. В одному коренеплоді середнього розміру (60-65 г) міститься лише 25 калорій.

Таблиця харчової цінності (в 100 г):

калорії:	41 ккал
вода	88%
білки	0,9 г
вуглеводи	9,6 г
цукор	4,7 г
клітковина	2,8 г
жири:	0,2 г
насичені	0,04 г
мононенасичені	0,01 г
поліненасичені	0,12 г
Омега-3	0 г
Омега-6	0,12 г
трансжири	0 г

Для моркви характерний низький рівень глікемічного індексу. Він є показником того, з якою швидкістю продукт підвищує рівень цукру в крові після вживання. Глікемічний індекс цього коренеплоду коливається від 16 до 60 Gh. У сирій моркви він найнижчий, а найвищий - в протертому на тертці коренеплоді.

Морква - відмінне джерело вітамінів і мінералів. У ній міститься велика кількість вітаміну А, біотину, вітаміну К (філлохинон) і вітаміну В6:

1. **Вітамін А (ретинол)** - зустрічається в їжі тваринного походження, в рослинах в чистому вигляді не виявлений, але він присутній у формі бета-каротину, з якого в організмі синтезується вітамін А. В першу чергу, він потрібен для підтримки здоров'я очей, а також важливий для лікування шкірних захворювань, патологій слизової оболонки і підвищення захисної функції епітелію. Він також потрібен для росту і поліпшення імунітету.

2. **Вітамін Н (біотин)** - використовується в організмі для переробки та засвоєння організмом білків. Він також задіяний в обмінних процесах клітин шкіри.

3. **Вітамін В6 (піридоксин)** - володіє безліччю функцій. Вітамін впливає на зростання людини, нормалізує роботу центральної нервової системи, бере

• *кальцій* - поряд з пластичною та структурною функціями, грає важливу роль в біохімічних процесах, він переважає всередині клітин кісткової тканини і бере участь в різних міжклітинних процесах.[14]

З моркви вітчизняна промисловість виготовляє цілу низку високопоживних продуктів загального призначення та для дітей різного віку. Це соки, у тому числі купажовані, пюреподібні консерви, гарнірні напівфабрикати для домашнього використання і громадського харчування, сушена морква, виробництво каротиновмісних добавок тощо.

2.3. Опис принципово-технологічної схеми

Підготовка сировини. Спеціальними пристосуваннями плоди відділяються від бадилля і потрапляють на сортувальний конвеєр, де вручну відбирають гнилі екземпляри, грудки землі. Технологічні процеси миття, сортування за ступенем зрілості і якістю, дроблення відносять до первинної переробки корнеплодів. Мийка повинна проводитись чистою і проточною водою.

Корнеплоди моркви подрібнюють до розмірів 8 мм для покращення β-каротину відділення на подальших технологічних етапах, для цього необхідно разірвати стінки клітин.

На ефективність екстракції каротину впливає дисперсність системи: чим дрібніше частинки подрібних корнеплодів, тим більше їх сумарна поверхня і тим швидше протікає процес екстракції.

Каротин вилучають рослинною олією в екстракторах колонного типу. Вихід каротину в олії місцелі становить близько 94%, втрати в шроті 5% і невизначені втрати близько 1%.

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

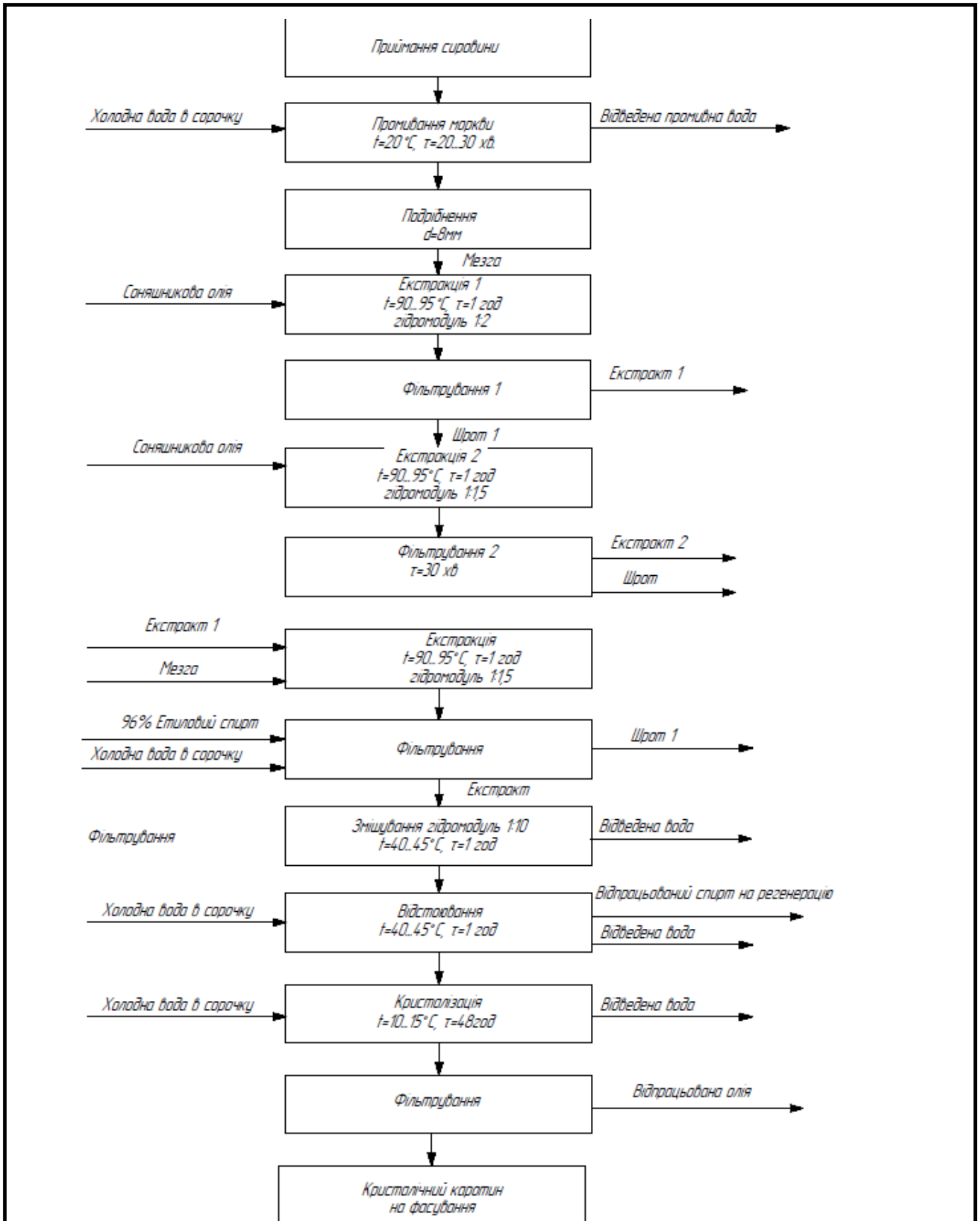


Рис. 3 Принципова схема отримання β-каротину

В результаті екстракції олією (1:2) протягом 60 хв отримують місцелли І з вмістом каротину 2 мг/мл.

Шрот І піддають повторній екстракції місцелою (1:1,5) протягом 60 хв, отримують місцелу ІІ, що містить 0,8 мг/мл каротину.

Олійну місцелу ІІ, також фільтрують на фільтруючій центрифугі.

Відфільтрований осад промивають спиртом (10:1) в циліндричній мішалці.

Для утворення кристалів β -каротину, каротиновміний розчин направляють в кристалізатор де відбувається процес кристалізації протягом 48 год. при температурі 10-15⁰С.

Для отримання кристалів β -каротину суспензію каротину після кристалізатора, направляють на фільтр-прес, отримані після фільтрації кристали β -каротину направляють на фасувальну машину.

2.4. Підбір основного технологічного обладнання

Таблиця 2.1. - Технічна характеристика обладнання технологічної схеми отримання β -каротину

Поз.	Найменування обладнання	Характеристика
1	Скребковий транспортер	Скребковий або «ланцюгової» конвеєр - транспортний механізм безперервної дії, в якому переміщення вантажів здійснюється по нерухомому жолобу за допомогою скребків, закріплених на тягові ланцюги і занурених у шар насипного вантажу. Здійснює переміщення в горизонтальному, похилому до 45 ⁰ і горизонтально-похилому положеннях.
2	Мийна машина	Плоди, що поступають на переробку, піддаються миттю для видалення залишків землі, отрутохімікатів і інших забруднень. Для переробки різних видів рослинної сировини необхідно використовувати різні типи мийних машин. Типи мийних машин залежать від сировини, ступеня забруднення і методу їх переробки.

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

		<p>Машина мийна барабанна призначена для миття твердих овочів. У кожній частині ванни, розділеної перегородкою на дві частини, розміщено по барабану. За ними розташований третій барабан. Всі три барабани розташовані на загальному валу і здійснюють обертальний рух. Третій барабан призначений для чистового ополіскування проточною водою, для чого він забезпечений душовим пристроєм, а поверхні його перфоровані. Продуктивність машини - 3000 кг/год, витрата води - 2,0 м³/год.</p>				
4	Подрібнювач	<p>На процес подрібнення сировини впливають наступні фактори:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структура і фізико-механічні властивості продукту; • конструктивні і геометричні параметри різального інструменту й режим подрібнення; • технічне виконання і стан машин - подрібнювачів, • точність настроювання машин. <p>Вовчки характеризуються високою продуктивністю, простотою виконання живильного і подрібнювального пристроїв, зручністю в обслуговуванні й експлуатації, надійністю в роботі, а також можливістю включення їх у потоково-технологічні лінії.</p> <p>Механізм подрібнення вовчка буває конічним, циліндричним і плоским. Останній одержав найбільшого поширення. Це викликано не тільки зручністю і швидкістю обслуговування, але і можливістю виконання на ньому східчастого подрібнення, а також простотою виготовлення і надійністю роботи. Він являє собою послідовне чергування нерухомих решіток і обертових ножів. Найбільш розповсюдженим є механізм подрібнення, що складається з приймальної, проміжної і вихідної решіток, двосторонніх і однобічних багатозубих ножів. Особливість конструкції інструмента типу решіток - це форма і розміри отворів, що представляють собою кільцеві крайки, що ріжуть.</p> <p>Діаметр отворів визначає швидкість витікання сировини і ступінь його подрібнення. Форма отворів буває круглої, квадратної, овальної, kwasoleвидної, зі скосами і без них і т.д.</p> <p>Найбільше застосування для подрібнення сировини знайшли вовчки з діаметрами решіток 82, 114, 120, 160 і 200 мм.</p>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<p><i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i></p>	Арк.
						34

5.1 5.2 5.3	Колонний екстрактор	<p>Промислові екстрактори, як правило, являють собою пристрої безперервної дії. Екстрактори періодичної дії застосовують в малотонажних виробництвах і при лабораторних роботах.</p> <p>За характером зміни складу рідких фаз екстракційні апарати поділяються на змішувально-відстійні, колонні і відцентрові.</p> <p>В колонних екстракторах здійснюється безперервний або близький до безперервного контакт екстрагента і екстрагуємого матеріалу.</p> <p>Колонні екстрактори - апарати цієї конструкції можна лише умовно віднести до екстракторів диференційно-контактного типу. За принципом дії його можна вважати колонним (вертикальним) змішувально-відстійним екстрактором</p> <p>В безперервно діючих колонних механічних екстракторах досягаються гарне диспергування однієї фази в іншій і висока інтенсивність масопередачі. Ці апарати займають малу виробничу площу і надійні в експлуатації.</p>
11	Циліндрична мішалка	<p>Перемішування є основним способом рівномірного розподілу зважених або розчинених речовин, а також диспергування крапель і бульбашок в рідині.</p> <p>Основою перемішувального апарату є мішалка, тип і конструкція якої безпосередньо впливає на спосіб і інтенсивність перемішування. Всі мішалки включають в себе приводну частину і перемішувачу. Привід вибирається залежно від необхідної потужності і необхідних обертів мішалки.</p> <p>За швидкістю перемішування мішалки поділяються на два основних типи. Швидкохідні мішалки застосовуються в рідких середовищах для роботи в турбулентному режимі. Тихохідні використовуються при ламінарному режимі руху. Найбільш поширеними мішалками в хімічній промисловості є лопатеві мішалки. Лопаті таких мішалок можуть розташовуватися як перпендикулярно осі обертання, так і під деяким кутом до площини обертання.</p>
8.1 8.2 8.3	Фільтруюча центрифуга	<p>Фільтруючі центрифуги (ФГН) призначені для розділення суспензій, у яких тверда фаза має кристалічну або зернисту структуру з розміром зерен 30-150 мкм, коли допустимо високий вміст рідкої фази в отриманому осаді, і коли використання фільтруючих поверхонь неможливо.</p>
		Арк.
<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>		35
Змн.	Арк.	№ докум.
Підпис	Дата	

		<p>Перевагою даних центрифуг є простота конструкції, автоматичне керування, можливість обробки суспензій в широкому діапазоні концентрацій твердої фази і розмірів частинок, висока якість промивки твердої фази (центрифуги ФГН). Машини можуть працювати у вибухонебезпечних приміщеннях класу</p> <p>Дані центрифуги - застосовуються для зневоднення вологого (20-25%) дрібного (0,3- 13 мм) концентрату.</p>
17	Кристалізатор	<p>Розчинність більшості речовин зменшується з пониженням температури, тому найбільшого поширення набула кристалізація як в ємнісних, так і колонних апаратах. Гідродинамічний режим цих апаратів близький до режиму ідеального витіснення.</p> <p>Кристалізатор є ємнісний апарат з сорочкою охолодження. При проведенні процесів з великими тепловими ефектами в апарат зазвичай вводиться додаткова система охолодження у вигляді зміювика. В якості перемішуючих пристроїв, зазвичай використовуються рамні, якірні, турбінні або лопатеві мішалки. Мішалки вибираються за умовами створення рівномірного розподілу кристалічної фази по робочому об'єму апарату.</p>

2.5. Опис апаратурно-технологічної схеми

Перед надходженням сировини на скребковий транспортер *1* її візуально оглядають з метою видалення сторонніх домішок. Після інспекції сировина (коренеплоди моркви) надходить в мийну машину *2*. Перед надходженням сировини на подрібнювальну машину *4* вона зважується на вагах *3*. Морква подрібнюється до розміру 8 мм і подається на батарею колонних екстракторів *5.1 - 5.3*.

З циліндричного резервуару *6.1*, подається соняшникова олія у співвідношенні 1:2. В екстракторі *5.1* відбувається екстрагування β-каротину протягом 1 години за температури 90- 95 °С.

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>					

Після екстрагування шрот відділяється від місцели на фільтруючій центрифугі 8.1 і ковшовою норією 9.1 подається в колонний екстрактор 5.2. Одержаний на першому етапі екстрагування екстракт після центрифуги 8.1 насосом 10.1 направляється в резервуар 6.3 і використовується в якості екстрагента в екстракторі 5.3., куди надходить свіжа свіжа мезга моркви. В екстракторі 5.3 відбувається екстрагування β -каротину протягом 1 години. Розділення шроту і місцели після екстрактора 5.3 проходить на фільтруючій центрифугі 8.3.

З резервуара 6.2 для остаточної екстракції β -каротину із матеріалу за температури 90 – 95 °С надходить соняшникова олія. За допомогою норії 9.1 в екстрактор 5.2 надходить шрот після першого екстрагування В екстракторі 5.2 відбувається екстрагування β -каротину протягом 1 години. Розділення шроту і місцели після екстрактора 5.2 проходить на фільтруючій центрифугі 8.2. Відпрацьований шрот з екстрактора 5.2 виводиться з виробництва, а екстракт використовується як екстрагент в наступному циклі.

Шрот із екстрактора 5.3. ковшовою норією 9.2 надходить для екстрагування в вільний екстрактор 5.1 або 5.2., де обробляється вихідною соняшниковою олією резервуара 6.1 або 6.2. Після остаточного вилучення каротину із матеріалу розділення шроту і місцели відбувається на фільтруючій центрифугі відповідно 8.1 або 8.2. Далі шрот виводиться з виробництва, а місцела використовується як екстрагент у наступному циклі.

Одержаний насичений каротином екстракт після екстрактора 5.3 відцентровими насосами 10.3 подається в циліндричний змішувач поз. 11 для промивання, для чого до олійного екстракту β -каротину вводять етиловий спирт концентрацією 96%, який подається з резервуара 12, розташованого над циліндричною мішалкою 11, у співвідношенні 10:1. При цьому відбувається видалення вологи із олійного екстракту β -каротину за рахунок незначного зниження концентрації спирт, в який при промиванні переходять і небажані супутні речовини.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

2.6. Розрахунок матеріального балансу

Вихідні дані: продуктивність виробництва 500 кг/цикл, втрати сировини на кожній стадії 2 %.

Таблиця 2.1. Матеріальний баланс виробництва β-каротину

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Матеріальний баланс на I стадії екстракції			
Подрібнена морква	500	Олійна суспензія	1960
Олія	1500	Втрати	40
Сума	2000	Сума	2000
Матеріальний баланс на I стадії фільтрування			
Олійна суспензія	1960	Шрот	500
		Екстракт I стадії екстракції	1420,80
		Втрати	39,20
Сума	1960	Сума	1960
Матеріальний баланс на II стадії екстракції			
Шрот	500	Олійна суспензія	1470
Олія	1000	Втрати	30
Сума	1500	Сума	1500
Матеріальний баланс на II стадії фільтрування			
Олійна суспензія	1470	Екстракт II стадії екстракції	940,60
		Шрот	500
		Втрати	29,40
Сума	1470	Сума	1470
Матеріальний баланс на стадії кристалізації			
Об'єднаний екстракт двох стадій екстракції	3430	Каротинвісна суспензія	568,60
		Рідка спиртовмісна фаза	2861,40
		Втрати	68,60
Сума	3430	Сума	3430
Матеріальний баланс стадії фільтрування			
Каротинвісна суспензія	568,60	Кристали β-каротину	0,0010
		Надосадова рідина	557,23
		Втрати	11,37
Сума	568,60	Сума	568,60

Отже, з 500 кг моркви отримуємо 10 г чистого каротину на добу; на місяць: 220 г; на рік 2,640 кг.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк. 39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7. Розрахунок теплового балансу стадії кристалізації

Вихідні дані:

- холодний теплоносіє – крижана вода,
- початкова температура холодного теплоносія – $t_{61} = 10^{\circ}\text{C}$,
- кінцева температура холодного теплоносія – $t_{62} = 15, ^{\circ}\text{C}$
- початкова температура продукту – $t_3' = 45^{\circ}\text{C}$,
- кінцева температура продукту – $t_3 = 15^{\circ}\text{C}$.

Рівняння теплового балансу кристалізатора матиме вигляд:

$$Q = Q_p + Q_n$$

де Q_p – кількість теплоти, яка відводиться з кристалізатора,

Q_n – кількість теплових втрат у навколишнє середовище.

Коефіцієнт теплопередачі від розчину до охолоджуючої води через стінку кристалізатора:

$\frac{\delta}{\lambda}$ – термічний опір стінки;

$$k_p = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

δ_1 – товщина стінки;

λ – коефіцієнт теплопровідності стінки.

Середня різниця температур:

$$\Delta t_b = t_3 - t_{61} = 45 - 10 = 35 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_m = t_3 - t_{62} = 20 - 15 = 5 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_b = 10 \text{ } ^{\circ}\text{C}, \Delta t_m = 15 \text{ } ^{\circ}\text{C}.$$

З огляду на те що $\frac{\Delta t_b}{\Delta t_m} = \frac{15}{5} = 3$, визначаємо середню логарифмічну різницю:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_b}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{15-5}{\ln \frac{10}{5}} = 7$$

Середня температура охолоджуючої води:

$$t_6 = t_3 - \Delta t_{cp} = 15 - 7 = 8 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від розчину до внутрішньої поверхні кристалізатора:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_p}{d_m}$$

Критерій Нусельта має вигляд:

$$Nu_1 = C \cdot Re_{\text{від}}^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_{cm}}\right)^{0,14} \cdot \left(\frac{D}{d_m}\right)^{-1} = 0,36 \cdot 257451^{0,67} \cdot 7,02^{0,33} \cdot \left(\frac{1004}{1306}\right)^{0,14} \cdot \left(\frac{0,6}{0,5}\right)^{-1} = 321$$

Для апаратів з сорочкою $C = 0,35$, $m = 0,68$.

Необхідні фізичні величини:

$\mu = 1103 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ – динамічний коефіцієнт в'язкості розчину;

$\mu_{cm} = 1205 \cdot 10^{-6} \text{ П}\cdot\text{с}$ – динамічний коефіцієнт в'язкості розчину при температурі стінки;

$Pr = 6,04$ – критерій Прандтля;

$\lambda_3 = 48,7 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ – коефіцієнт теплопровідності;

$d_m = 1,5 \text{ м}$ – діаметр кола, що описується мішалкою;

$n = 1,00 \frac{\text{об}}{\text{с}}$ – частота обертання перемішуючого пристрою.

Отже, коефіцієнт тепловіддачі від розчину до внутрішньої поверхні кристалізатора:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_p}{d_m} = \frac{3210 \cdot 0,48}{1,5} = 1629 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні корпусу до охолоджуючої води:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_b}{l}$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні корпусу до води, що охолоджує, матиме вигляд:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_b}{l} = \frac{268 \cdot 59,9 \cdot 10^{-2}}{0,7} = 198 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де $\lambda_b = 48,7 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; $l = 0,7 \text{ м}$ – висота сорочки.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Тоді підставивши усі числові значення, розрахуємо коефіцієнт теплопередачі:

$$k_F = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 168 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

де $\lambda = 40 \frac{Вт}{м \cdot К}$ - теплопровідність стінки;

$\delta = 0,1$ м – товщина стінки.

Кількість вихідного продукту продукту :

$$W_3 = \frac{m_3}{\tau_p} = \frac{1024}{0,74 \cdot 3600} = 0,365 \frac{кг}{с}$$

Тоді кількість теплоти, яку отримують при проходженні процесу:

$$Q_p = q \cdot \frac{W_3}{M_3} = \frac{4994 \cdot 1}{1,038} = 39457,9 Вт$$

Поверхня теплообміну, необхідна для проведення процесу:

$$f_n = \frac{Q_p}{k_F \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{39457,9}{179 \cdot 2} = 29,8 м^2$$

Кількість теплоти, врахувавши реальну поверхню теплообміну:

$$Q_p = k_n \cdot f_p \cdot \Delta t = 179 \cdot 0,8 \cdot 7 = 1199,7 Вт$$

Втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_n = k_n \cdot f_p \cdot \Delta t_{cp} = 179 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 89,6 Вт$$

Q - кількість теплоти, яку необхідно відводити:

$$Q = Q_p + Q_n = 1199,7 + 89,6 = 1111,1 Вт$$

Витрати води для процесу кристалізації:

$$G_2 = \frac{Q}{Q_p \cdot (t_{B2} - t_{B1})} = \frac{1111,1}{1199,7 \cdot (35 - 5)} = 0,03 \frac{кг}{с}$$

2.8. Розрахунок кристалізатора

Вихідні дані:

Витрати каротинової суспензії 500 кг/добу;

Охолодження суспензії з початкової $t_{п} = 45$ °С до кінцевої $t_{к} = 15$ °С;

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

Охолоджуюча вода надходить при температурі $t_{\text{охл.п.}}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$, і виходить при $t_{\text{охл.к.}}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$;

В процесі кристалізації може випаруватись охолоджуюча вода в кількості 5% від вхідної кількості.

Концентрацію олійного розчину β -каротину: $C_1=8$ моль/ 100 г і $C_2=0,5$ моль/ 100 г, відповідно, при температурі $t_{\text{п}}=45\text{ }^{\circ}\text{C}$ і при $t_{\text{к}}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Молярна маса розчину β -каротину $M=536,88$ г/ моль, води $M=18$ г/ моль.

Концентрації розчину β -каротину при початковій ($\chi_{\text{п}}$) і кінцевій ($\chi_{\text{к}}$) температурах:

$$\chi_{\text{(п)}} = \frac{c_1 \times M}{1000 + c_1 \times M} = \frac{8 \times 18}{1000 + 8 \times 18} = 0,13$$

$$\chi_{\text{(к)}} = \frac{c_2 \times M}{1000 + c_2 \times M} = \frac{0,5 \times 18}{1000 + 0,5 \times 18} = 0,009$$

Кількість видаленої вологи W (кг/год) при умові, що в кристалізаторі при охолодженні розчину одночасно випаровується волога в кількості n (% від вихідної кількості розчину $G_{\text{р}}$, кг/с), складе:

$$W = \frac{n}{100} G = \frac{5}{100} 550 = 27,5 \text{ кг/с}$$

Кількість кристалів, що виділяється L розраховують з врахуванням того, що одночасно з процесом кристалізації відбувається часткове випаровування вологи (кг/ с) :

$$L = \frac{G_{\text{п}}(\chi_{\text{п}} - \chi_{\text{к}}) - W}{3600(\chi_{\text{к}} - \chi_{\text{п}})} = \frac{550(0,13 - 0,009) - 27,5}{3600(0,13 - 0,009)} = 0,09 \text{ кг/с}$$

Визначаємо питому теплоємність розчину з врахуванням теплоємності води $C_{\text{н2о}}=1,186 \times 10^3$ Дж/(кг x К), [Дж/(кг x К)]:

$$C_{\text{п}}=1,186 \times 10^3 (1 - 0,13) + 953 \times 0,13 = 1,4 \times 10^3 \text{ Дж/кг x К}$$

Питому теплоємність хімічної сполуки C визначають, виходячи з хімічної формули речовини та її теплоємності:

$$C = \frac{\sum_i n_i \times c_i}{M} = \frac{14 \times 7,5 \times 9,3 \times 16,8}{118} = 897 \text{ Дж/кг x К}$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

Кількість виділеної теплоти Q (Дж), яку необхідно відвести від розчину при кристалізації:

$$Q = \frac{G_{п*сн}(t_{п}-t_{к})}{3600} + \frac{L*q}{M} - \frac{W*r}{3600} = \frac{520 \times 1,4 \times 103 (45-15)}{3600} + \frac{0,09 \times 147}{118} - \frac{27,5 \times 238}{3600} = 8,43 \times 10^3 \text{ Дж}$$

Витрата води G_w (кг/с) на переведення розчину в насичений стан, шляхом охолодження визначають за рівнянням:

$$W_{охл} = \frac{Q}{CH_2O(t_{охл.п.} - t_{охл.п.})} = \frac{8,43 \times 10^3}{1,186 \times 10^3 (15-10)} = 108,4 \text{ м}^2$$

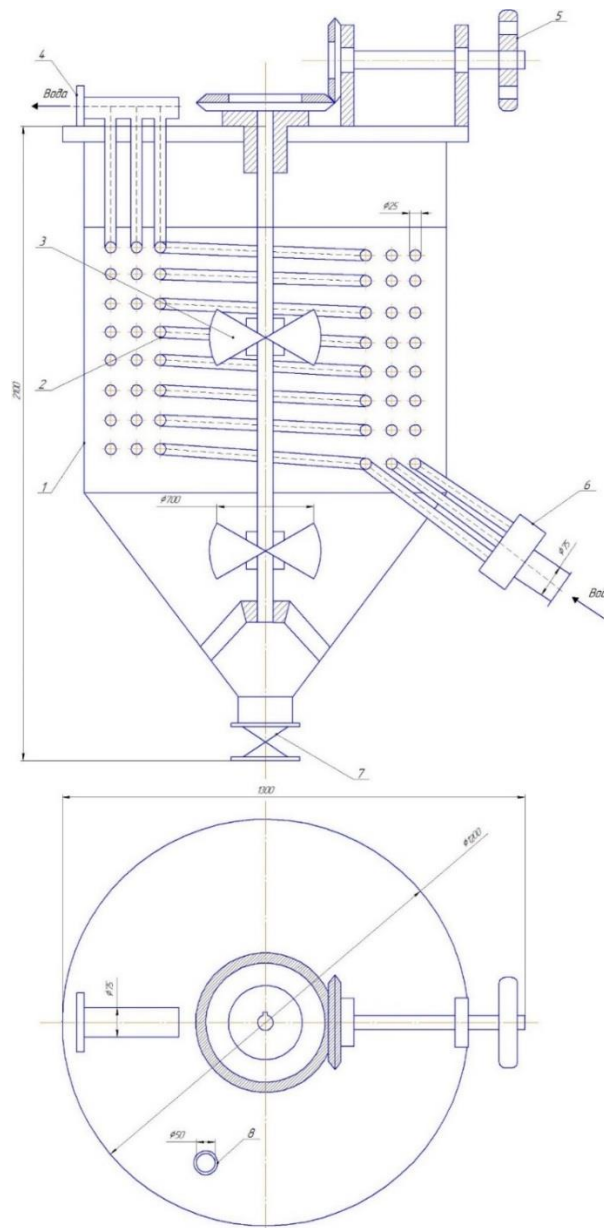


Рис.9. Кристалізатор з мішалкою і охолоджуючими змійовиками [15]

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>				

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Таблиця 3.1 Розрахунок витрат по статті «Сировина та основні матеріали»

Сировина	Одиниці виміру	Вартість за 1 кг сировини, грн	Витрати сировини на 1г продукції, кг	Вартість сировини на 10г продукції, грн.
Корнеплоди моркви	кг	10,00	50,00	500,00
Всього				500,00

Транспортні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складає: $500,00 \times 0,05 = 25,00$ грн./г

Загальні витрати по статті «Сировина та основні матеріали» складають 525,00 грн/г.

Таблиця 3.2. - Розрахунок витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

Матеріал	Одиниця виміру	Витрати матеріалу на 1 г продукції	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Вартість матеріалу на 1 кг продукції, грн.
Пластикові баночки	шт	1	15,00	15,00
Всього				15,00

Транспортні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складає: $15,00 \times 0,05 = 0,75$ грн/ г

Загальні витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали» становлять 15,75 грн/ г

					<i>ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ</i>							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Герасимчук В.В.			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ							
Перевір.		Бабенко В.І								45	70	
Керівник								НУХТ. каф. ТЖТХ				
Н. Контр.												
Затверд.		Носенко Т.Т.										

Таблиця 3.3. – Розрахунок витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби»

Енергоносії	Одиниці виміру	Витрати на 1 г	Вартість одиниці, грн.	Вартість на 1 г продукції, грн.
Вода	м ³	0,14	23,41	3,27
Електроенергія	кВт/год	0,87	1,86	1,62
Всього				4,89

Загальні витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби» на 1 г продукції становлять: 4,89 грн/г.

Розрахунок витрат по статті «Основна заробітна плата»

Розрахунковий розмір фонду оплати праці робітників становить:

$$\text{ФОЗП} = T_p \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot \text{ч}_p$$

де T_p – тарифний фонд заробітної плати, грн/год,

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд робочого часу робітника, годин,

ч_p – чисельність робітників, чол.

Ефективний фонд робочого часу одного робітника складає 222 днів на рік, або 1776 години на рік при тривалості зміни 8 годин.

Професія	Розряд	Чисельність робітників, чол.	Ефективний фонд робочого часу, год	Годинна тарифна ставка, грн/год	Тарифний фонд заробітної плати, грн	Фонд основної заробітної плати, грн
Наладчик лінії	4	1	1776	28,31	50278,56	5027,56
Монтер	4	1	1776	28,31	50278,56	5027,56
Оператор	5	2	1776	28,31	50278,56	10057,12
Всього						20114,24
Всього на 10 г						2011,42

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати:

$$2011,42 \times 2,00 = 4022,84 \text{ грн/1 г}$$

Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$2011,42 \times 0,10 = 201,14 \text{ грн/1 г}$$

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

$$2011,42 \times 3,00 = 6034,27 \text{ грн/1 г}$$

Виробнича собівартість виробництва β -каротину складає:

$$525,00 + 0,75 + 4,89 + 2011,42 + 4022,84 + 201,14 + 6034,27 = 12800,31 \text{ грн./1г}$$

Адміністративні витрати приймаємо в розмірі 2,5% від виробничої собівартості:

$$12800,31 \times 0,025 = 320,00 \text{ грн/1 г}$$

Витрати на збут приймаємо в розмірі 3% від виробничої собівартості:

$$12800,31 \times 0,03 = 384,00 \text{ грн/1 г}$$

Операційні витрати приймаємо в розмірі 1% від виробничої собівартості:

$$12800,31 \times 0,01 = 128,00 \text{ грн/1 г}$$

Повна собівартість виробництва β -каротину становить:

$$12800,31 + 320,00 + 384,00 + 128,00 = 13632,31 \text{ грн/1 г}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5. - Результати розрахунків по статтям калькуляції

№ поз.	Статті калькуляції	Витрати на 1 т, грн
1.	Сировина та основні матеріали	525,00
2.	Допоміжні та таропакувальні матеріали	0,75
3.	Енергоресурси	4,89
4.	Основна заробітна плата робітників	2011,42
5.	Витрати на утримування та експлуатацію устаткування	4022,84
6.	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	201,14
7.	Загальновиробничі витрати	6034,27
8.	Виробнича собівартість	12800,31
9.	Адміністративні витрати	320,00
10.	Витрати на збут	384,00
11.	Інші операційні витрати	128,00
12.	Повна собівартість виробництва	13632,31

Річний обсяг виробництва β -каротину. Виробничий цех працює в 2 зміни по 8 годин, за годину переробляється 5,00 кг сировини.

Добова потужність виробництва: $P_{доб} = P_{г} \times T_{змін} \times K_{змін} = 5,00 \times 8 \times 2 = 400,00$ кг

Фактичний добовий обсяг виробництва: $P_{факт} = P_{доб} \times K_{вик} = 400,00 \times 0,8 = 500,00$ кг

Річний обсяг виробництва: $O = P_{факт} \times K_{д.р.} = 500 \times 365 = 182500$ кг

Витрати на виробництво на весь обсяг виробництва: $13632,31 \times 200 = 2726462,00$ грн

Оскільки 1г β-каротину - це 1 одиниця готової продукції, то повна собівартість 1 баночки β-каротину по 1 г складе: 13632,31 грн

Оптова ціна підприємства складається з виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрати на збут, суми прибутку.

Визначимо суму прибутку, прийнявши рівень рентабельності в розмірі 10%:

$$СП = \frac{10 \times (12800,31 + 384,00 + 320,00)}{100} = 1350,43 \text{ грн}$$

Отже, оптова ціна підприємства на 1 г β-каротину (1 одиниця готової продукції) складає:

$$ОЦ = 12800,31 + 320,00 + 384,00 + 1350,43 = 14854,74 \text{ грн}$$

Отже, плануемий прибуток від виробництва β-каротину складатиме 1350,43 грн за 1 товарну одиницю продукції.

Таблиця 3.6. - Розрахунок відпускної ціни за одиницю готової продукції

Показники	Ціна, грн
Оптова ціна підприємства (ціна без ПДВ)	14854,74
ПДВ(ставка податку - 20%)	2970,94
Відпускна ціна за 1 одиницю	17825,68
Відпускна ціна за одиницю продукту (1г)	17825,68

В результаті проведених розрахунків: відпускна вартість однієї одиниці продукції буде складати 17825,68 грн., прибуток складе 1350,43 грн.

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІ

Барвники - харчові добавки, що додають, що підсилюють або відновлюють забарвлення харчового продукту.

Колір харчових продуктів грає важливу роль в процесі руху товару і конкурентоспроможності, оскільки споживач традиційно пов'язує з кольором ступінь готовності продукту до вживання, його смакові переваги і інші показники якості.

Речовини, що поліпшують колір харчових продуктів, можуть бути природного (рослинного, тваринного, мінерального, мікробіологічного) або синтетичного походження. Їх використання в харчовій, переробній промисловості та в громадському харчуванні обумовлено в першу чергу негативним впливом різних видів технологічної обробки (кип'ятіння, стерилізація, заморожування, подрібнення та ін.) на первісне, звичне для споживача забарвлення. Особливо сильно змінюється колір при консервуванні продуктів, зокрема овочів і фруктів. В основному це пов'язано з перетворенням хлорофілів в феофітин або зі зміною кольору антоціанових барвників в результаті зміни рН середовища або утворення комплексів з металами.

Барвники додаються до харчових продуктів не тільки з метою відновлення природного забарвлення, втраченого в процесі виробництва або зберігання. Іншими важливими напрямками їх використання є:

- підвищення інтенсивності природного забарвлення;
- забарвлення безбарвних продуктів для надання їм привабливого вигляду і колірного різноманіття, наприклад: безалкогольних напоїв, морозива, кондитерських виробів та ін.

До природних (натуральних) барвників близькі їх синтетичні аналоги (ідентичні натуральним), а також природні сполуки, піддані хімічній модифікації для поліпшення їх технологічних і споживчих властивостей.

					ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Герасимчук В.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бабенко В.І				50	70
Керівник					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІ НУХТ. каф. ТЖТХ		
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Наприклад, частковий гідроліз екстракту аннато дає барвник, що володіє кращою розчинністю у воді. Іноді харчові барвники одержують із природних джерел, зазвичай, що використовуються в якості їжі, наприклад: барвник кошеніль з комах, що мешкають на деяких видах кактусів. Перелік дозволених до застосування натуральних харчових барвників визначено санітарними правилами і нормами. Їх використання в технології виробництва регламентується ДСТУ, технологічними інструкціями, іншими технічними та нормативними документами.

Барвники можуть бути жиро-і водорозчинними, а також пігментами - нерозчинними ні в воді, ні в жирі.

Сучасні технології дозволяють отримувати як натуральні, так і синтетичні препарати барвників з заданими властивостями і стандартним вмістом основного барвника, що забезпечує їх вибіркоче застосування у виробництві широкого спектру харчових продуктів.

Для підфарбовування харчових продуктів можна використовувати окремі барвники або їх комбіновані варіанти, що складаються з декількох барвників. Основа натуральних барвників, як правило, - пігменти рослин. Забарвлення відбувається за рахунок каротиноїдів, флавоноїдів, бетаніну, рибофлавіну, хлорофілу і т.д.

Натуральні харчові барвники поділяються на такі основні групи: каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіли. Окрему групу становлять їх різні комплекси.

Каротиноїди забезпечують в природі забарвлення різної тваринної, плодово-ягідної і овочевої сировини (яєчний жовток, морква і т.д.), з якої їх виділяють екстракцією. Отримані таким чином препарати каротиноїдів можуть надавати харчовому продукту червоне, помаранчеве або жовте забарвлення. Найбільш часто використовують каротиноїди E160 і E161.

Неослабний інтерес для споживача представляє β -каротин (E160a), який характеризується як стабільний барвник, який робить продукт більш привабливим і природним.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Його колірний спектр варіюється від світло-жовтого до помаранчевого. Препарати β-каротину можуть бути не тільки природного, але і синтетичного походження, являють собою водо- або жиророзчинну субстанцію. Кількість додаваного каротину залежить від виду продукту, бажаної колірної гами і її інтенсивності.

β-каротин окремо або разом з іншими каротиноїдами виділяють шляхом екстракції з різних природних джерел: обліпихи, моркви, криля і ін. Завдяки своїм індивідуальним властивостям він має важливе значення не тільки як барвник, а й як ефективний профілактичний засіб при впливі радіації, онкологічних і серцево-судинних захворюваннях, виконує свою традиційну функцію провітаміну А.

На всій території України дозволено застосування E160a альфа-, бета-, гамма-каротинів в якості харчової добавки по нормам, затвердженим СанПіН.

Назва: E160a, альфа, бета, гамма-каротини

Інші назви: E160a, E160a, англ. E160a, E160a (Alpha - carotene, Beta-carotene, Gamma-carotene)

Група: харчова добавка

Вид: харчовий барвник

Вплив на організм: безпечна

Дозволена в країнах: країни ЄС, Україна

Технологічні функції: Барвник (каротиноид).

Синоніми: Провітамін А, англ. B-carotene synthetic, beta-carotene (USA), provitamin A, CI Food Orange 5; ньому. B-Carotin, synthetisches Carotin, Provitamin A; фр. Beta-carotene synthetique, provitamin A.

Емпірична формула: C₄₀H₅₆

Фізико-хімічні властивості: Спектр в циклогексані: A1cm 1% 453-457 нм (2500). Добре розчиняється в рослинних оліях, органічних розчинниках; не розчинний у воді. Каротин нестійкий до окислення і володіє дуже невеликий світлостійкістю, тому його рекомендується зберігати в темряві в атмосфері інертного газу.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Зовнішній вигляд: Кристали або кристалічний порошок від червоного до коричнево-червоного кольору.

Застосування: жиророзчинні препарати використовуються для забарвлення рослинних олій, жирів, вершкового масла, маргаринів, сирів, майонезів, сухих супів; для фруктових напоїв, десертів, кондитерських виробів, морозива, йогуртів. Дозування при цьому, як правило, становить 0,5 - 10 г чистого β -каротину на 1т кінцевого продукту. У деяких продуктах вона істотно вище, наприклад в цукровому сиропі для виробництва зацукрованих фруктів, плавлених сирах, вершковому маслі і маргарині до 30 г/т.

У харчовому виробництві переважно користуються не чистим β -каротином, а його товарними формами. По-перше, їх зручніше дозувати, по-друге, вони менш вимогливі до умов зберігання, тому що β -каротин в них захищений не тільки присутністю розріджувачів і наповнювачів, а й спеціальною добавкою антиоксидантів.

Термостійкість барвника (до 150⁰C) хороша. Стійкість до кислот (в т.ч. фруктових) хороша, тому β -каротин особливо придатний для напоїв з фруктових соків. Присутність аскорбінової кислоти (вітаміну С) стабілізує забарвлення.

Каротин мікробіологічний по ТУ 64-6-149-80 має наступні характеристики:[16]

Показник	Значення
Вода,%, не більше	12
Речовини, нерозчинні в кислоті,%, не більше	8-15
Зола, %, не більше	15-30
pH 1% -ої суспензії у воді, не більше	11,0
Зола, нерозчинна в кислоті,%, не більше	1
Загальний вміст сульфат-іонів,%	15-40
В'язкість 1,5% -го розчину, не менше	5
As / Pb / важкі метали мг / кг, не більше	3/2/20
Залишковий вміст розчинників: етанол, ізопропанол або метанол, окремо або сумарно,%, не більше	0,1
Мікробіологічні показники:	
Загальний вміст мікробних тіл, КУО / г, не більше	5000
Salmonella	відсутність
E. coli	відсутність в 1 г

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Забезпечення промислової та екологічної безпеки є важливою проблемою для сучасних хімічних виробництв.

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

Відносини у галузі охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються законом України "Про охорону навколишнього природного середовища", а також розробленими відповідно до нього земельним, водним, лісовим законодавством, законодавством про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу та іншим спеціальним законодавством (стаття 2 Закону).

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є (стаття 3 Закону):

пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;

запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

обов'язковість екологічної експертизи;

					ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Герасимчук В.В.			Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бабенко В.І				54	70
Керівник					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ НУХТ. каф. ТЖТХ		
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					

гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища, формування у населення екологічного світогляду;

науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище;

компенсація шкоди, заподіяної порушенням законодавства про охорону навколишнього природного середовища;

встановлення екологічного податку, збору за спеціальне використання води, збору за спеціальне використання лісових ресурсів, плати за користування надрами відповідно до Податкового кодексу України

Законодавством України встановлюються нормативи використання природних ресурсів та інші екологічні нормативи.

Екологічні нормативи встановлюють гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні допустимого шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів (стаття 33 Закону).

Нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі та рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на нього є єдиними для всієї території України.

Підприємства, установи й організації, діяльність яких пов'язана з шкідливим впливом на навколишнє природне середовище, незалежно від часу введення їх у дію повинні бути обладнані спорудами, устаткуванням і пристроями для очищення викидів і скидів або їх знешкодження, зменшення впливу шкідливих факторів, а також приладами контролю за кількістю і складом забруднюючих речовин та за характеристиками шкідливих факторів (стаття 51 Закону). [17]

В таблиці 1 зазначені види особливої діяльності при здійсненні яких відповідно до вимог Закону України «Про охорону навколишнього середовища» юридичні та фізичні особи повинні забезпечити дотримуватись певних заходів екологічної безпеки.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<i>вид діяльності</i>	<i>заходи екологічної безпеки</i>	<i>примітка</i>
Застосування у своїй господарській діяльності засобів захисту рослин, мінеральних добрив, нафти і нафтопродуктів, токсичних хімічних речовин та інших препаратів	розробка внутрішньої екологічної документації із забезпечення екологічної безпеки; розробка та виконання заходів попередження випадків забруднення ними або їх складовими навколишнього природного середовища продуктів харчування; отримання нормативно-дозвільної екологічної документації.	* вид діяльності та/або об'єкти становлять підвищену екологічну небезпеку, тому при її здійсненні та/або використання передбачає обов'язкове проходження державної екологічної експертизи. * Екологічні вимоги при виробництві, зберіганні, транспортуванні, використанні, знешкодженні, захороненні токсичних та інших небезпечних для навколишнього природного середовища і здоров'я людей речовин, віднесення хімічних речовин до категорії токсичних та їх класифікація за ступенем небезпечності визначаються нормативними документами на підставі висновку державної екологічної експертизи і погоджуються центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення, і центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища.
Створення нових хімічних препаратів і речовин, інших потенційно небезпечних для навколишнього природного середовища субстанцій	– отримання ліцензії на право здійснення діяльності; – розробка та затвердження у встановленому законодавством порядку нормативно-правової та технічної документації про допустимі рівні вмісту цих речовин у об'єктах навколишнього природного середовища та продуктах харчування;	
Виробництво, зберігання, транспортування, використання, знищення, знешкодження і захоронення мікроорганізмів, інших біологічно активних речовин та продуктів біотехнології, а також інтродукцію, акліматизацію і реакліматизацію тварин і рослин	– здійснення ОВНС; – отримання дозволу Мінприроди України; – розробка та виконання заходів із запобігання та ліквідації наслідків шкідливого впливу біологічних факторів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини	* вид діяльності та/або об'єкти становлять підвищену екологічну небезпеку, тому при її здійсненні суб'єкт господарювання здійснює ОВНС та проходить відповідну державну екологічну експертизу.
Здійснення господарської діяльності, внаслідок якої виникають відходи	розробка та вжиття заходів для зменшення обсягів утворення відходів, а також для їх утилізації, знешкодження або розміщення дозвіл на розміщення відходів та	

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

	проект лімітів на утворення та розміщення відходів	
проведення наукових досліджень, впровадження відкриттів, винаходів, застосуванні нової техніки, імпортування технологій і систем	аналіз на дотримання вимог при впровадженні відкриттів, винаходів, нової техніки, імпортування технологій і систем охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.	* забороняється впровадження відкриттів, винаходів, застосування нової техніки, імпортування технологій і систем, якщо вони не відповідають вимогам екологічної безпеки.

Згідно статті 8 Конституції України - основним правовим документом України є Конституція України. Конституція України має найвищу юридичну силу. Закони і інші нормативно-правові акти приймаються на підставі Конституції України і повинні відповідати їй. На підставі Конституції України прийнятий Закон України "про охорону праці".

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних заходів, а так само санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних засобів, направлених на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. (згідно закону України "про охорону праці" ст.1)

Згідно ст.2. закону «про охорону праці» дія Закона "про охорону праці" розповсюджується на всі підприємства, установи і організації не залежно від форми власності і видів їх діяльності, на всіх громадян, які працюють, а також повернуті до праці на цих підприємствах.

На всіх підприємствах створюються здорові і безпечні умови праці, встановлюються правові засади регулювання відносин у галузі охорони праці між роботодавцями і працівниками, а також створюються умови праці, що відповідають вимогам збереження життя і здоров'я працівників в процесі трудової діяльності.

Забезпечення здорових і безпечних умов праці покладається на адміністрацію підприємства. Адміністрація зобов'язана впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, що попереджають виробничий травматизм, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню

професійних захворювань працівників.

Метою охорони праці є науковий аналіз умов праці, технологічних процесів, апаратури і обладнання з точки зору можливості виникнення появи небезпечних факторів, виділення шкідливих виробничих речовин. На основі такого аналізу визначаються небезпечні ділянки виробництва, можливі аварійні ситуації і розробляються заходи щодо їх усунення або обмеження наслідків. Відповідно до закону України «Про охорону праці» охорона праці - система збереження життя і здоров'я працівників в процесі трудової діяльності, що включає в себе правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та інші заходи.

В Конституції України зазначено, що кожен працівник має право на працю в умовах, що відповідають вимогам безпеки і гігієни, а також на відпочинок, охорону здоров'я і сприятливе навколишнє середовище. Приховування посадовими особами фактів та обставин, що створюють загрозу для життя і здоров'я людей, тягне за собою відповідальність роботодавця.

В Україні діє система нормативних правових актів, що містять нормативні вимоги з охорони праці, які повинні дотримуватися органами виконавчої влади, підприємствами, установами і організаціями всіх форм власності при проектуванні, будівництві (реконструкції) та експлуатації об'єктів, розробці технологічних процесів, організації праці і виробництва.

Державні нормативні вимоги охорони праці затверджуються строком на п'ять років і можуть бути продовжені не більше ніж на два терміни.

Організації розробляють і затверджують стандарти підприємства системи безпеки праці, інструкції з охорони праці для працівників і на окремі види робіт на основі державних нормативних правових актів і відповідних нормативних актів з охорони праці.

Відповідно до зазначених законів України роботодавець повинен забезпечити:

- безпеку працівників при експлуатації будівель, споруд, обладнання, здійсненні технологічного процесу і застосовуваних у виробництві і матеріалів;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- застосування засобів індивідуального та колективного захисту;
- відповідність вимогам охорони праці умови праці на кожному робочому місці;
- навчання, інструктаж і перевірку знань працівниками норм, правил та інструкцій з охорони праці, недопущення до роботи осіб, які не пройшли відповідну підготовку;
- проведення за рахунок коштів роботодавців обов'язкових попередніх та періодичних медичних оглядів (обстежень) працівників;
- вжиття заходів щодо запобігання аварійних ситуацій, збереження життя і здоров'я працівників при виникненні таких, розслідування нещасних випадків у встановленому порядку;
- безперешкодний допуск посадових осіб органів державного управління охороною праці та виконання приписів посадових осіб.

Відповідно до закону, в кожній організації, що здійснює виробничу діяльність, з чисельністю понад 100 працюючих створюється служба охорони праці або вводиться посада спеціаліста з охорони праці, що має відповідну підготовку. В організації з чисельністю робочих менше 100 чоловік рішення про створення служби з охорони праці або введення посади спеціаліста з охорони праці приймається керівником організації з урахуванням специфіки діяльності організації.

Безпека робіт на підприємстві забезпечується наступними заходами:

- досконалим технологічним та іншим обладнанням та інструментами;
- правильною розстановкою обладнання;
- досконалим технологічним процесом в підрозділах;
- виконанням вимог по колірній обробці приміщень і обладнання;
- установкою знаків безпеки;
- установкою сигналізації безпеки;
- застосуванням огорожувальних, запобіжних і блокувальних пристроїв;
- організацією контролю за дотриманням технологічного режиму, правильною експлуатацією устаткування, електричних мереж та ін .;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- санітарно-гігієнічними заходами;
- розробкою інструкцій з охорони праці та навчання і інструктаж співробітників.

Відповідно до статей закону роботодавець зобов'язаний розробляти інструкції з охорони праці, а працівники зобов'язані дотримуватися вимог охорони праці, встановлені інструкціями з охорони праці.

Інструкції з охорони праці для працівників розробляються на основі типових інструкцій, вимог безпеки, викладених в експлуатаційній та ремонтній документації, а також в технологічній документації організації з урахуванням конкретних умов виробництва.

Інструкції з охорони праці для працівників повинні включати наступні розділи:

- загальні вимоги безпеки;
- вимоги безпеки перед початком роботи;
- вимоги безпеки під час роботи;
- вимоги безпеки в аварійних ситуаціях;
- вимоги безпеки після закінчення роботи.

Відповідно до статей закону всі працівники організації, в тому числі і її керівник, зобов'язані проходити навчання з охорони праці та перевірку знань вимог охорони праці.

Види і порядок проходження інструктажів з безпеки праці на підприємстві регулюється ГОСТ 12.0.004 «Організація навчання працюючих безпеки праці. Загальні положення».

За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний на робочому місці, повторний позаплановий і цільовий.

Вступний інструктаж з безпеки праці проводиться з усіма, хто приймається на роботу не залежно від їх освіти, стажу роботи за даною професією чи посадою. Вступний інструктаж на підприємстві проводить інженер з охорони праці або особа, на яку наказом покладено ці обов'язки, за програмою розробленою з урахуванням вимог стандартів, правил, норм та інструкцій з охорони праці а

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

також особливостей виробництва, затвердженої керівником (головним інженером) підприємства. Про проведення вступного інструктажу роблять запис в журналі реєстрації вступного інструктажу з обов'язковим підписом інструктованої та особи, яка інструктує, а також в документі про прийом на роботу.

Первинний інструктаж на робочому місці до початку виробничої діяльності проводять:

з усіма знову прийнятими на підприємство, або з тими, що переводяться з одного підрозділу в інший;

з працівниками, які виконують нову для них роботу, відїзжають у відрядження, тимчасовими працівниками;

з будівельниками, які виконують будівельно-монтажні роботи на території діючого підприємства;

зі студентами та учнями, які прибули на виробниче навчання або практику перед виконанням нових видів робіт.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять по програмам, розробленим керівниками виробничих і структурних підрозділів підприємства для окремих професій або видів робіт з урахуванням вимог стандартів ССБТ, відповідних правил, норм та інструкцій з охорони праці, виробничих інструкцій та іншої технічної документації. Програми погоджують зі службою охорони праці і профспілковим органом, затверджують керівником підприємства (організації).

Первинний інструктаж на робочому місці проводять керівники виробничих підрозділів з кожним працівником індивідуально з практичними прийомами безпечних прийомів і методів праці або з групою осіб, які обслуговують однотипне обладнання та в межах загального робочого місця.

Повторний інструктаж проходять всі незалежно від кваліфікації, освіти, стажу, характеру виконуваної роботи не рідше 1 разу на 6 місяців. Повторний інструктаж проводять за програмою первинного інструктажу.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Цільовий інструктаж проводять при виконанні разових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками за фахом (навантаження, вивантаження, прибирання території, разові роботи поза підприємством, цеху і т. д.), ліквідації наслідків аварій, стихійних лих і катастроф; виконанні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, дозвіл та інші документи; проведенні екскурсії на підприємстві.

Пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі і протипожежного захисту, в тому числі організаційно-технічними заходами.

Системи пожежної безпеки характеризується рівнем забезпечення пожежної безпеки людей та матеріальних цінностей, а також економічними критеріями ефективності цих систем для матеріальних цінностей, з урахуванням всіх стадій (наукова розробка, проектування, будівництво, експлуатація) життєвого циклу об'єкта і виконує наступні завдання:

- виключати виникнення пожежі;
- забезпечувати пожежну безпеку людей;
- забезпечувати пожежну безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечувати пожежну безпеку людей і матеріальних цінностей

одночасно

Запобігання пожежі повинне досягатися запобіганням утворення горючого середовища і (або) запобіганням утворенню займистого середовища або джерел запалювання.

Протипожежний захист забезпечується застосуванням наступних способів:

- застосуванням засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки;
- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежогасіння;
- пристроями, що забезпечують обмеження поширення пожежі;
- організацією своєчасного оповіщення та евакуації людей за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні;
- застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- застосуванням засобів протидимного захисту.

Обмеження поширення пожежі за межі вогнища досягаються застосуванням таких способів:

- пристроєм протипожежних перешкод;
- пристроєм аварійного відключення і перемикачів установок та комунікацій;
- застосуванням засобів, що запобігають або обмежують розлив і розтікання рідин під час пожежі;

Для забезпечення своєчасної евакуації:

- встановлюють кількість, розміри, і відповідне конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів;
- забезпечують можливість безперешкодного руху людей по евакуаційним шляхам;
- організовують при необхідності управління рухом людей по евакуаційним шляхам (світлові покажчики, звукове і мовне оповіщення і т. д.).

Коллективний захист забезпечують за допомогою пожежобезпечних зон та інших конструктивних рішень.

Система протидимного захисту об'єктів забезпечує незадимлення, зниження температури і видалення продуктів горіння і термічного розкладання на шляхах евакуації протягом часу, достатнього для евакуації людей.

У будівлях і спорудах передбачають технічні засоби (сходові клітини, протипожежні стіни, ліфти, зовнішні пожежні драбини, аварійні люки і т. д.), які мають стійкість при пожежі і вогнестійкість конструкцій не менше часу, необхідного для порятунку людей під час пожежі і розрахункового часу гасіння пожежі.

Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки включають:

- організацію пожежної охорони, організацію відомчих служб пожежної безпеки
- паспортизацію речовин, матеріалів, виробів, технологічних процесів, будівель і споруд об'єктів в частині забезпечення пожежної безпеки;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- залучення громадськості до питань забезпечення пожежної безпеки;
- організацію навчання працюючих правилам пожежної безпеки на виробництві
- виготовлення і застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки;
- нормування чисельності людей на об'єкті за умовами безпеки їх під час пожежі;
- розробку заходів щодо дій адміністрації, робітників, службовців на випадок виникнення пожежі та організацію евакуації людей

Безпека ведення технологічних процесів забезпечується плануванням і устроєм приміщень, ділянок, майданчиків та інших будівельних конструкцій. Об'ємно-планувальні, конструктивні рішення, санітарно-технічні та електротехнічні пристрої будівель відповідають СНиП 2.09.02-85, СНиП 2.09.03-85.

Висота приміщень повинна бути достатня для установки обладнання, майданчиків, монтажу трубопроводів, ведення технологічного процесу. Внутрішні будівельні конструкції мають гладку поверхню, легко піддаються механічному очищенню. Внутрішнє оздоблення відповідати вимогам СН 181-70, ГОСТ 12.4.026-76 і виконаноз матеріалів, дозволених до застосування МОЗ України та органами пожежного надзора.

Покриття підлог передбачено відповідно до ГОСТ 2.03.13-88, неслизькі, без вибоїн і перепадів.

Метеорологічні параметри (температура, вологість, швидкість руху повітря) повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88, "Санітарні нормами мікроклімату виробничих приміщень». У приміщеннях передбачається улаштування природної вентиляції. На виробничих ділянках передбачаються системи припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням, відповідно до СНиП 2.04.05-91. Місця забору припливного повітря віддалені від місць викиду, забрудненого не менше ніж на 10 м. Проектами передбачається опалення приміщень в холодний період року.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

У всіх приміщеннях виробничої будівлі передбачено влаштування природного і штучного освітлення. Що відповідають вимогам санітарних норм.

Отже, для забезпечення нормальних умов праці обслуговуючого персоналу і зменшення впливу виробничих шкідливих чинників, необхідно виконувати основні вимоги:

- дотримуватися проектних технологічних режимів роботи всіх виробничих підрозділів, згідно встановлених параметрів;
- використання систем автоматизації та механізації виробничих процесів, застосування блокувальних пристроїв;
- зниження рівнів шуму, вібрації при роботі обладнання;
- розміщення технологічного обладнання, згідно норм;
- організація систематичного контролю справності обладнання, транспортних засобів, огорож і захисних пристосувань;
- застосування місцевих витяжних вентиляційних систем, аспіраційних систем в місцях інтенсивних виділень шкідливих речовин;
- розміщення електрообладнання згідно з ПУЕ;
- дотримання у стадії готовності засобів пожежогашіння.

При організації і проведенні технологічних процесів передбачається надійна система контролю і управління, що забезпечує взаємозв'язок і безпеку роботи технологічного і допоміжного обладнання, що виключає виникнення небезпечних факторів. Розробляється і затверджується технологічний регламент, який встановлює основні нормативи технологічного процесу. При роботі, техобслуговуванні і ремонті обладнання слід суворо дотримуватися приписів інструкцій заводів-виготовлювачів.

Перед початком роботи перевіряється кожне робоче місце, справність обладнання. Після закінчення роботи проводиться очищення обладнання відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів при повному його відключенні від електроживлення і подачі повітря.

Розробляються інструкції з охорони праці, безпечного ведення робіт, технологічних прийомів на кожен вид робіт, ділянку, затверджені в

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установленому порядку.

Розробляються комплексні заходи щодо забезпечення безпеки робіт, технологічні карти всіх робіт, які вивішуються на робочих місцях.

На кожному робочому місці вивішується інструкція з безпечних прийомів роботи та безпечної експлуатації обладнання. Працівники та учні знайомляться з інструкціями з експлуатації обладнання та зобов'язані виконувати роботи із застосуванням засобів індивідуального захисту: рукавиці, захисні окуляри, спецодяг та ін.

Сигнально-попереджувальне забарвлення небезпечних елементів технологічного обладнання і трубопроводів на підставі ГОСТ 12.4.026-76 «Кольори сигнальні і знаки безпеки». У доступних для огляду місцях вивішуються плакати з розшифровкою кольорів і забарвленням комунікацій, цифрових зображень попереджувальних знаків.

Під час ведення технологічного процесу персонал не має права залишати робоче місце, залишати без нагляду працюючі машини і механізми, зобов'язаний стежити за роботою обладнання. При виникненні аварійної ситуації технологічний процес зупиняється і вживаються заходи щодо її ліквідації. [18]

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналітичного огляду науково-технічної літератури розглянуто історію дослідження β -каротину, хімічне походження, структуру та властивості каротиноїдів. Визначено біологічну роль β -каротину та його сфери застосування. Розглянуто методи отримання β -каротину

2. Розглянуто сировину для виробництва β -каротину. Наведено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва β -каротину. Здійснено характеристику основної та допоміжної сировини. Проведено розрахунок матеріального балансу виробництва, розрахунок та підбір технологічного обладнання.

3. Розраховано собівартість виробництва β -каротину

4. Наведено показники якості та безпечності β -каротину, згідно до нормативної документації.

5. Розглянуто екологічні аспекти технології виробництва каротину, проаналізовано заходи щодо охорони праці на підприємстві.

6. Графічна частина містить: принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва β -каротину з позначенням технологічних потоків, специфікацію обладнання та креслення основного апарату – кристалізатора.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ННІХТ. 3ХТ5-3.021.КР.ПЗ			
Розроб.		Герасимчук В.В.			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бабенко В.І					67	69
Керівник						НУХТ. каф. ТЖТХ		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т.Т.						

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 442 с.
2. Каротиноиды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1909.html>
3. Березовский В. М. Химия витаминов / В. М. Березовский. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 632 с.
4. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В. И. Дейнека, А. А. Шапошников, Л. А. Дейнека, и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2008. – № 6. – Т. 6. – С. 19–25.
5. Сушко С. П. Функции каротиноидов в генеративной системе растений : дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений» / С. П. Сушко. – Киев, 1984. – 187 с.
6. Энциклопедия традиционной и нетрадиционной медицины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bibliotekar.ru/med/med6-1.htm>.
7. Харчові добавки: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 "Харчові технології" / Уклад.: Гуменюк О.Л. - Чернігів: ЧНТУ, 2019. - 177 с.
8. Касьянов Г. И. Производство и использование криопорошков из овощей и фруктов / Г. И. Касьянов, В. В. Ломачинский // Известия вузов. Пищевая технология: – 2010. – № 2–3 – С. 64–65.
9. Краснопольский Ю.М. Фармацевтическая биотехнология: Производство биологически активных веществ : учеб. пособие : в 2 ч. – Ч 1 / Ю.М. Краснопольский, Н.Ф. Клещев. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 304с.
- 10 Кудрицкая С. Е. Каротиноиды плодов и ягод. [Текст]: справ. изд. / С.Е. Кудрицкая. - К.: Вища школа, 1990 - 212с.
11. Borowistzka L.J., Development of western biotechnology's algal *в*-carotene plant, Bio resource Technology, 38 (1991) 2-3, 251-252.

					ННІХТ. ЗХТ5-3.021.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ НУХТ. каф. ТЖТХ		
Розроб.		Герасимчук В.В.					
Перевір.		Бабенко В.І					
Керівник							
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						68	69

12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.meravita.ee/ru/vitamini/vitamin-a/>
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.panskyi-vybir.com.ua/products/morkov>
14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://uk.vomturmhaus.com/yaki-vitamini-mistyatsya-v-morkvi-i-chim-voni-korisni-dlya-o>
15. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств. — М.: КолоС, 2008. — с. 230-231.
16. ТУ 64-6-149-80 Каротин мікробіологічний
17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ecology.lviv.ua/u_sered.php
18. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ohranatrud-ua.ru/razdely-kursovykh-i-diplomnykh-po-ot/176-razdel-okhrana-truda.html>

					СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		