

**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
_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» лютого 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
_____ Тамара НОСЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)
«__» лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
на тему: Розроблення технології косметичного крему на основі амарантової олії

Виконала: здобувачка 2 курсу, групи ХТ-2-14М

БУРДАНОВА Олександра Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник МІЛЮКІН Михайло Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

(підпис)

Людмила МЕЛЬНИК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ– 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ 25 ” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бурданова Олександра Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології косметичного крему на основі амарантової олії

рівник роботи Мілюкін Михайло Васильович, д.к.н., професор

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: отримання косметичного крему 100 кг/добу

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

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 25.10.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-09.11.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10. 11.2023-17. 11.2023	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18. 11.2023-29. 11.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30. 11.2023-07. 12.2023	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2023-15.12.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2023-21.12.2023	
8	РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2023-29.12.2023	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2023-05.01.2024	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-07.01.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10. 11.2023-18. 11.2023	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10. 11.2023-09. 01.2024	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2024-31.01.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Олександра БУРДАНОВА _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Михайло МІЛЮКІН _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Бурданова О.С. Розроблення технології створення косметичного крему на основі амарантової олії

Пояснювальна записка: 89 с, 15 рис., 31 табл., 32 літературних джерел.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А1.

В даній роботі було здійснено аналіз науково-технічної літератури щодо амарантової олії, її властивостей, біохімічного складу та особливостей ринку. Розроблено рецептуру косметичного крему та проведено дослідження зразків. При створення технології використовувалися лише компоненти природнього походження задля створення безпечної та натуральної продукції.

Розроблено принципово та апаратурно-технологічну схеми, на їх основі проведений розрахунок матеріального балансу. Визначені показники економічної ефективності, вказана собівартість продукту.

Наведено заходи безпеки навколишнього середовища та екологія виробництва. Вказані заходи охорони праці та вимоги до будівництва виробничих приміщень, території.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АМАРАНТОВА ОЛІЯ, КРЕМ, ЕМУЛЬСІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, ТЕРМОЛАБІЛЬНІ РЕЧОВИНИ, СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ

ABSTRACT

Burdanova O.S. Development of technology for the creation of cosmetic cream based on amaranth oil

Explanatory note: 89 p., 15 figures, 31 tables, 32 references.

Graphic material: 2 drawings of A1 format.

This paper analyzes the scientific and technical literature on amaranth oil, its properties, biochemical composition and market features. A cosmetic cream formulation was developed and samples were tested.

Only components of natural origin were used in the development of the technology to create safe and natural products.

A flowchart was developed, as well as a hardware and technological scheme, and the material balance was calculated on their basis. Economic efficiency indicators are determined, and the cost of the product is indicated.

Environmental safety measures and production ecology are presented. The labor protection measures and requirements for the construction of production facilities and territory are specified.

KEYWORDS: AMARANTH OIL, CREAM, EMULSION, TECHNOLOGY, THERMOLABILE SUBSTANCES, SCHEME, MATERIAL BALANCE, PROFITABILITY

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	12
1.1 Амарант. Історія походження	12
1.2 Аналіз ринку амарантової олії	13
1.3 Загальна характеристика амаранту	15
1.4 Сфери застосування амарантової олії	20
1.4 Ламелярна емульсія. Шлях отримання	21
1.5 Косметичний крем. Аналіз складу продукту	23
РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1 Об'єкт дослідження	32
2.2 Методи дослідження	32
2.2.1 Органолептичні показники	32
2.2.2 Фізико-хімічні показники	32
2.3 Матриця. Розробка математичної моделі	35
РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	37
3.1 Технологічна карта крему	37
3.2 Характеристика сировинних матеріалів	40
3.3 Визначення характерних ознак крему	46
3.4 Розроблення математичної моделі	50
РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	53
4.1 Планування та логістика виробництва крему	53
4.2 Опис принципово технологічної схеми	54
4.3 Матеріальний баланс	58
4.4 Підбір основного обладнання	63
4.5 Опис апаратурно-технологічної схеми	67
4.6 Контроль якості готової продукції	69
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	71
5.1 Розрахунок витрат на обладнання при виробництві крему	71
5.2 Розрахунок витрат сировинної бази та допоміжних матеріалів	72
5.3 Розрахунок витрат на енергоресурси	74
5.3 Розрахунок заробітної плати працівників	75

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	77
6.1 Екологія виробництва косметичного крему на основі амарантової олії...	77
6.2 Екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів	77
РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ.....	82
7.1 Вимоги безпеки до території виробництва	82
7.2 Вимоги безпеки до виробничих будівель, зберігання сировини	82
7.3 Вимоги безпеки до організації робочих місць	84
7.3 Вимоги безпеки до виробничого обладнання	84
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЛЗ – лікарський засіб;

ДФ – диференційна фаза;

ДС – диференційне середовище;

КЗ – косметичний засіб;

ЖФ – жирова фаза;

ВФ – водяна фаза.

ВСТУП

Актуальність роботи. Косметична галузь займає одне з провідних місць на ринках збуту. Український ринок косметичної продукції є одним із найперспективніших серед інших непродовольчих товарів і лідируючу позицію займають виробники натуральної косметики. Дана beauty продукція передбачає вміст компонентів натурального (природного) походження в розмірі не менше 95 % та є екологічно чистою, безпечною серед інших продуктів.

Протягом останніх років на світовому ринку з'явилося нове джерело сировини, що застосовується в багатьох галузях - зерно амаранту і продукти його переробки. Амарантова олія має цінний хімічний склад, а саме комплекс вітамінів, тригліцеридів, сквален та токоферол у доволі рідкій формі токотрієну; високу харчову і біологічну цінність; містить широкий спектр фізико-хімічних властивостей, тому його використання є досить далекоосяжним та актуальним, особливо в косметичній сфері.

Унікальність амарантової олії, як інгредієнта косметичних кремів, полягає у вмісті сквалену. Дослідження показали, що в 100 г олії знаходиться 6100 мг даного компоненту, на відміну від оливкової олії, в якій міститься 208 мг. Сквален активно перешкоджає проявам раннього старінню, адже завдяки ньому шкіра насичується киснем та вологою; виступає надійним бар'єром ліпідної мантії шкіри. Наступним цінним компонентом виступає вміст токоферолів, що знаходиться в 4 формах, де переважаючим є β -токоферол. Вітамін Е відповідає за антиоксидантні властивості шкіри та захист від шкідливих чинників, УФ-випромінювання; запобігає фотостарінню. Згідно цього можна зробити висновок, що використання амарантової олії є незамінним в категорії anti-age кремів та для сухого типу шкіри.

Косметична продукція поділена на категорії по догляду за певними зонами тіла людини і у структурі продажу переважають косметичні товари для волосся та обличчя, приблизно 65 – 70 % загального обсягу. Найпопулярнішим товаром в категорії “обличчя” є крем, який в своєму складі поєднує головні вимоги для споживача – зволоження, живлення та регенерація клітин. Розроблення

рецептури крему з амарантовою олією поєднує в собі дані властивості і є визнаним корисним інгредієнтом у косметичних та доглядових засобах.

Об'єкт роботи: технологія косметичного крему на основі амарантової олії.

Предмет роботи: косметичний крем на основі амарантової олії.

Мета роботи: на підставі проаналізованої інформації отриманої з науково-технічної літератури скласти рецептуру косметичного крему на основі амарантової олії та провести дослідження стосовно органолептичних, фізико-хімічних показників.

Для реалізації поставленої мети були сформовані наступні **завдання:**

- провести аналіз ринку амарантової олії та активних інгредієнтів косметичного крему;
- розробити рецептуру косметичного крему з амарантовою олією;
- провести органолептичні та фізико-хімічні методи дослідження зразків крему;
- розробити принципово технологічну схему;
- скласти матеріальний баланс виробництва за принциповою схемою;
- зробити підбір основного обладнання;
- розробити апаратурно-технологічну схему;
- виконати розрахунок показників економічної ефективності;
- навести вплив косметичного виробництва та заходи задля збереження та покращення стану навколишнього середовища;
- навести вимоги безпеки до охорони праці працівників на виробництві.

Методи дослідження: фізико-хімічний аналіз.

Наукова новизна: розроблення технології живильного крему на основі ламелярної емульсії з цінним рослинним компонентом – амарантова олія.

Практична цінність: отримано косметичний крем на основі амарантової олії.

Апробація результатів роботи:

1. Бурданова О.С., Squalene content in amaranth oil obtained by different methods/ О.С. Бурданова // Матеріали 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 3–7 квітня 2023 р. – Київ: НУХТ.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Амарант. Історія походження

Амарант (Щириця, Диявольська квітка) – однорічна трав'яниста їстівна рослина. З грецького перекладу - “нев’янучий”, тобто має здатність зберігати форму протягом декількох місяців після зривання[1].

Амарант вважається давньою культурою, яку протягом 8000 років використовувало населення Центральної та Південної Америки (ацтеки, майя, інки) як харчування. Дослідження показують, що в сховища імператора Монтесумі передавалося більше 20 тис. тон зерна амаранту. Також про давню історію походження говорять археологи, які проводять розкопки індіанських міст на території Мексики. Наприклад, в Тихуанських печерах були знайдені залишки насіння культурних сортів амаранту та за оцінками вчених їх вік становить більше 5500 років.

Існує припущення, що амарант разом з кукурудзою потрапили на територію сучасного Китаю ще в I тис. до н. е. Оскільки за деякими даними археологічних досліджень, зв'язок між Китаєм і Мексикою був налагоджений в VII-VIII ст. до н. е[1].

В горах Аргентини, Перу і Болівії широко поширений *Amaranthus caudatus*. Звідти його завезли в Північну Америку, Індію та інші місця. У наш час безліч представників роду мешкає в Північній Індії і Китаї, що дає право говорити про ці райони як про вторинні центри формоутворення рослини[1]. В горах Мексики набули поширеності види – *Amaranthus cruentus* і *Amaranthus hypochondriacus*.

Наступні види рослини як - *Amaranthus dubius*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus tricolor* поширені в регіонах Індії, Китаю, африканських державах, південно-східної Азії.

Населення Латинської Америки використовувало амарант в релігійних цілях: “вважалося, що його яскраво-червоні квіти піднімають бойовий дух і допомагають молодим воїнам не боятися крові. В день свята воїни розмальовували своє тіло червоною фарбою, отриманої з амаранту, а розмелені

зерна змішували з медом і кров'ю бранців і з отриманої маси ліпили фігурки ворогів, які потім з'їдали. По всій видимості, дізнавшись про такі ритуали, інквізиція оголосила цю рослину диявольською...[1]"

1972 року фізіолог Джон Даунтон, працюючи в Національному університеті Австралії, встановив, що в білку амаранту присутня велика кількість незамінної амінокислоти – лізину.

1975 року були проведені ряд досліджень Міністерством сільського господарства в Сполучених Штатах Америки та встановлена наступна характеристика якостей амаранту:

- стійкість до посухи;
- висока врожайність.

Приблизно у 80-х роках амарант розглядався Національною академією наук США як "недоексплуатована тропічна рослина з багатообіцяючою економічною цінністю". З того часу зросла кількість досліджень, спрямованих на вивчення властивостей амаранту, щоб отримати уявлення про його поживну та агрономічну цінність.

1.2 Аналіз ринку амарантової олії

Амарант - це приваблива культура зі сторони економіки, адже містить високий попит на продукти по всьому світу. Цей показник зростає щорічно в середньому діапазоні на 10%. Поширеними видами даної рослини є кормовий, зерновий, овочевий амаранти. Амарант декоративний має місце в садовому дизайні як елемент декору. Зерновий амарант часто використовують задля отримання насіння.

В Україні вартість 1 т насіння варіюється в залежності від технології отримання, в середньому це від 900\$ - 1200\$. 2018 р відзначився високою посівною площею – 800 га, де 30% займав органічний вид амаранту. На Прикарпатті та Закарпатті було зосереджено найбільші посіви[4].

Якщо вказувати собівартість олії з амаранту, то в Україні літр коштує близько 40\$. При порівнянні з цінами в Європі на продукцію з амаранту, то оптова ціна останні роки лежить в межах 140\$ - 210\$, в Азії - 80\$ - 120\$.

Зараз різновиди амаранту досить поширені майже скрізь, особливо на континентах, що придатні для сільської-господарської діяльності. Його часто використовують при приготуванні страв в Чилі, США, Мексиці, Перу, Індії. Рушійна сила такої популярності лежить в основі наукового відкриття, де вказано про високий вміст сквалену, навіть найбільший вміст порівняно з іншими рослинами. Адже сквален відіграє важливу роль в насиченні клітин організму киснем, в метаболізмі, його прискоренню; регенераційних процесах. При поєднанні даного компоненту з вітамінним комплексом, макро-мікроелементами в структурі амаранту, це сприяє нормалізації обмінних процесів та підвищує імунітет[3].

З насіння амаранту в Україні виготовляють різноманітні продукти в харчовій промисловості, такі як борошно, олія, пластівці, крупи, сухарі, хлібобулочні вироби, кондитерські вироби, швидкі сніданки, йогурти, суміші для дитячого харчування, фіточаї. Вміст амаранту є і в фармацевтичних препаратах, косметичних засобах.

Наразі вчені з України проводять багато дослідження стосовно використання амаранту при виробництві кормових виробів. Існує ствердження, що при вживанні амаранту в щоденному раціоні сільськогосподарських тварин, вміст антибіотиків зменшується на 50-70%.

Популярним стає вирощування мікрогрину амаранту, де використовують мікрозелень щоб приготувати перші страви, салати та як прикрасу до вітамінних коктейлів.

Переваги вирощування амаранту[3]:

1. Високорентабельна (3-5 т з 1000 м² землі) та посухостійка рослина, здатність рости при дефіциті води.
2. Невеликі витрати на вирощування – 10 тис. грн на 1 га території .
3. Добре адаптована до тропічного та субтропічного клімату.
4. Потужні лікувальні властивості через багатий хімічний склад.
5. Листя та насіння мають високу енергетичну цінність.

6. Культивування відбувається на родючих ґрунтах, завдяки кореневій системі рослина забезпечує себе всіма необхідними мікро- та макро- елементами та синтезує азот, збагачуючи ним ґрунт.

7. Стійка до впливу комах та хвороб.

Недоліки вирощування амаранту[4]:

1. Необхідність спеціального обладнання: **для посіву** з відповідними параметрами (діаметр – 0,7, глибина загорнення – 2 см); **для розпушування ґрунту** (техніка з ротаційними пружинними боронами); **для збору врожаю**.

2. Рослина дуже привередлива до низьких температур та необхідна температура зростання вище 14 градусів, сезон посіву – весна, літо.

3. Спеціальне приміщення для зберігання насіння (відносна вологість повітря не вище 10 %).

4. Висушування не рекомендується проводити за високих температурних режимів, це спричинює погану якість кінцевого продукту – олії.

1.3 Загальна характеристика амаранту

Амарант - це однорічна або багаторічна рослина, яка є джерелом їстівних насінь. Насіння амаранту дуже багате білком, включаючи всі необхідні амінокислоти, що робить його цінним продуктом для вегетаріанців і веганів. Крім того, амарант містить багато вітамінів і мінералів, таких як залізо, магній, фосфор і вітаміни групи B[5]. Вміст води в насінні становить 11,29 г/100 г. Енергетична цінність на 100 грамів продукту складає 371 Kcal та 1554 kJ.

Характеристики **органолептичних властивостей** амаранту:

1. Вигляд (зовнішній вигляд)

Насіння амаранту може мати різноманітні кольори, такі як біле, зелене, золотисте, червоне або фіолетове, залежно від сорту. Рослина амаранту також може мати яскраві квіти, що робить її привабливою для декоративного використання.

2. Аромат

Насіння амаранту може мати легкий горіховий або солодкий аромат.

3. Смак

Смак амаранту може бути нейтральним, але насіння має легку горіхову або кремову смакову ноту.

Олія амаранту здобувається з насіння (до 200 г). Зазвичай вміст олії в насінні амаранту становить **близько 5-10 %** ваги насіння[5]. Однак це значення може змінюватися в залежності від факторів, таких як сорт, клімат та ґрунтові умови.



Рис.1.1 Зерно амаранту

Характеристики **органолептичних властивостей** амарантової олії:

1. Вигляд (зовнішній вигляд)

Амарантова олія - золотиста або янтарного кольору. Високоякісна олія характеризується насиченим забарвленням.

2. Аромат

Амарантова олія має ніжний аромат, який може бути легко-квітковим чи горіховим.

3. Смак

Смак амарантової олії – нейтральний з легким горіховим присмаком. Високоякісна олія має чистий, приємний смак без ознак гіркоти чи пристрасності.



Рис.1.2 Амарантова олія

Дані про хімічний склад були оновлені 2010 року та занесені в Міністерство сільського господарства США (USDA). Результати досліджень представлені в наступних графіках та таблицях.



Рис 1.3 Поживна цінність амаранту

Таблиця 1.1 - Амінокислотний склад передчасного та зрілогозібраного зерна (г/100 г)[6]

Амінокислоти	PHG	MHG	Амінокислоти	PHG	MHG
Essential Amino Acids			Non-Essential Amino Acids		
1	2	3	4	5	6
Гістидин	2.41	3.21	Серін	4.41	4.48

1	2	3	4	5	6
Треонін	3.71	3.67	Аспарагінова к-та	4.71	4.87
Лізин	3.22	4.18	Глутамін	11.22	11.18
Тирозин	0.56	0.46	Аланін	3.56	3.46
Метіонін	2.21	2.26	Пролін	2.21	2.26
Валін	2.18	2.28	Ізолейцин	2.18	2.28
Лейцин	3.10	3.99	Фенілаланін	1.00	0.99

де **PHG** – передчасно-зібране зерно.

MHG – зріле зерно.

Таблиця 1.2 - **Жирнокислотний склад передчасного та зрілого зібраного зерна амаранту (%)**[6]

Склад жирних кислот	PHG	MHG	Склад жирних кислот	PHG	MHG
Unsaturated Fatty Acids			Saturated Fatty Acids		
Лінолева кислота (C18:2)	38.75	39.74	Міристинова кислота (C14:0)	0.16	0.16
Ліноленова кислота (C18:3)	0.68	0.55	Пальмітинова кислота (C16:0)	15.15	12.03
Пальмітолеїнова кислота (C16:1 цис)	0.18	0.03	Стеаринова кислота (C18:0)	2.52	2.02
Олеїнова кислота (C18:1)	28.67	30.65	Арахідова кислота (C20:0)	0.56	1.55

де **PHG** – передчасно-зібране зерно.

MHG – зріле зерно.

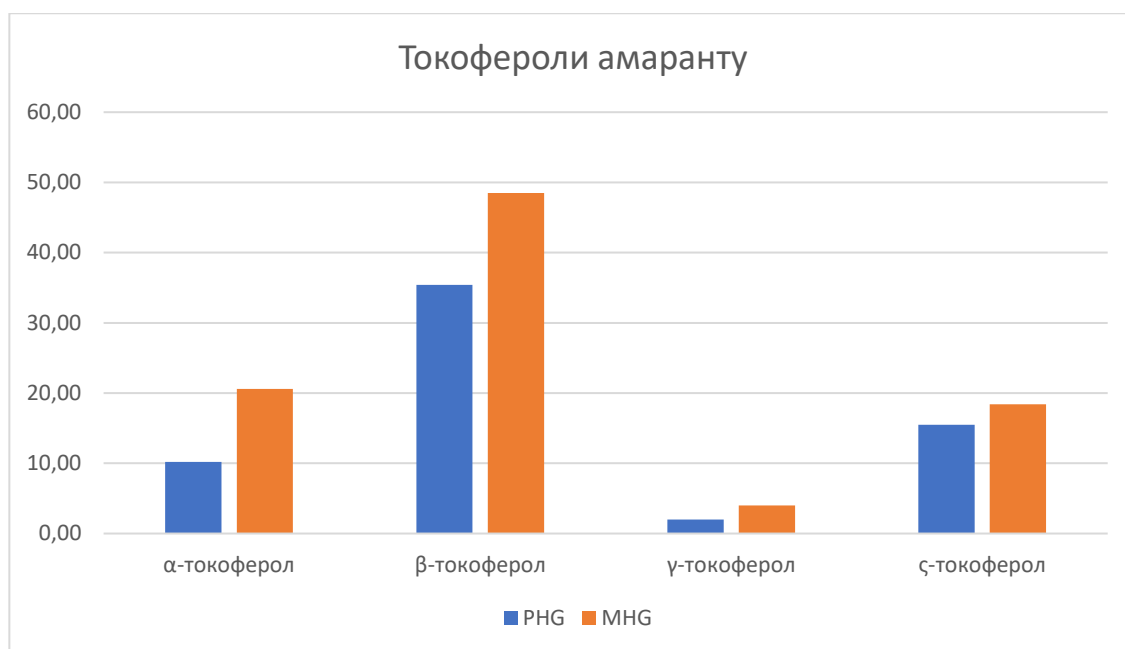


Рис 1.4 Склад видів токоферолу в передчасному та зрілому зібраному зерні амаранті.

Таблиця 1.3 - Склад вітамінів та мінералів насіння амаранту[7]

Речовини	Склад (г/100 г)
Мінерали	
1	2
Кальцій (Ca)	159 мг
Мідь (Cu)	0,53 мг
Залізо (Fe)	7,61 мг
Магній (Mg)	248 мг
Манган (Mn)	3,33 мг
Фосфор (P)	557 мг
Калій (K)	508 мг
Натрій (Na)	4 мг
Цинк (Zn)	2,87 мг
Селен (Se)	18,7 мкг
Вітаміни	
Вітамін С (Аскорб. к-та)	4,20 мг

1	2
Рибовлавін	0,20 мг
Фолат	82 мкг
Ніацин	0,92 мг
Тіамін	0,12 мг
Вітамін А (Ретинол)	0,8 мг
Вітамін В5 (Пантотен. к-та)	1,46 мг
Вітамін В6	0,591 мг
Холін	69,8 мг
Бетаїн	67,6 мг
Лютеїн	28 мкг
Фітостероли	24 мг

1.4 Сфери застосування амарантової олії

Амарантова олія широко застосовується в різних галузях[9]:

1. Харчова промисловість

Амарантова олія може використовуватися для гарячого та холодного використання в кулінарії. Вона додає ніжний горіховий смак салатам, соусам, дрібно нарізаним овочам та іншим стравам. Додавання його в кондитерські вироби може призвести до збагачення смаку та текстури продуктів.

2. Косметична промисловість

Амарантова олія містить високий вміст лінолевої кислоти та вітаміну Е, що робить її корисною для догляду за шкірою. Вона може використовуватися в косметичних засобах, таких як креми, лосьйони та маски для обличчя. В догляді за волоссям, олія надає йому блиск та зменшує сухість.

3. Медицина

Амарантову олію включають в дієтичні добавки через свій склад, а саме жирних кислот та вітамінами. Завдяки своїм протизапальним властивостям, її

використовують в лікуванні деяких шкірних проблем, таких як екзема або псоріаз.

4. Фармація

Досить часто в фармацевтичній промисловості її використовують у виготовленні лікарських препаратів (ЛП), особливо тих, які спрямовані на поліпшення стану шкіри або серцево-судинної системи.

5. Промисловість

Виробництво миючих засобів або мастильних матеріалів.

1.4 Ламелярна емульсія. Шлях отримання

Ламелярна емульсія – тип емульсії, в якій вода та олія розподілені не у вигляді крапель, а мають форму ламелей. Даний вид має в основі фосфоліпиди, яким властиво створювати впорядковану структуру та імітувати будову епідермісу.

Верхній зовнішній шар епідермісу за структурою являє собою корнеоцитний ряд, що заповнений міжклітинним простором, який в свою чергу складається з послідовного ряду ліпідних та водних шарів (ламелей). Ліпиди складаються з жирних кислот, керамідів та холестерину. Цераміди є важливим компонентом, адже виконують захисну функцію та утворюють гелеподібні ламелі.

Більшість косметичних засобів в своєму складі містять агресивні речовини, до них відносяться різноманітні ПАВ, через які відбувається вимивання ліпідів. Це призводить до проблем зі шкірою і в першу чергу викликає старіння шкіри, через втрату захисного бар'єру[11].

Ламелярна емульсія була створена нещодавно вченими через негативну дію кремів прямої та зворотної емульсії. Крем типу о/в недостатньо зволожує і ДС – вода, піддається процесу випаровування, через що з'являється сухість шкіри. Крем типу в/о навпаки залишає жирність та недостатньо насичує шари шкіри вологою. В даному типі емульсії присутній ефект оклюзії, коли на шкірі створюється плівка яка перешкоджає транспідермальній дії кремів. Ламелярна емульсія відтворює структуру гідроліпідних шарів шкіри і крем має змогу

проникати всередину, органічно заповнюючи її біологічно активними речовинами; сприяє активації процесів шкіри.

Ламелярна емульсія досить розповсюджена в лікувально-профілактичній, селективній косметичці. Через безпечну дію вона дозволена в дитячих засобах, вагітним і лікуванні проблем зі шкірою, як псоріаз, екзема, дерматит.

Переваги застосування даного типу емульсії для шкіри:

1. Вбудовуються в клітинні шари шкіри, миттєво зволожуючи її.
2. Транспортування активних компонентів крему в шари шкіри.
3. Підвищення пружності та еластичності шкіри.
4. Відсутнє відчуття стягнутості або жирності.
5. Зменшення кількості втрати вологи.

Згідно впливу ламелярної емульсії на шкіру та її структуру було проведено дослідження вченими компанії "L'Oréal". Шар емульсії при мікроскопічному дослідженні імітував захисний шар шкіри та було виявлено, що фосфоліпіди взаємодіють з ліпідами шкіри, затримуючись в глибоких шарах та виконують живильну функцію; відновлюють захисний бар'єр[11].

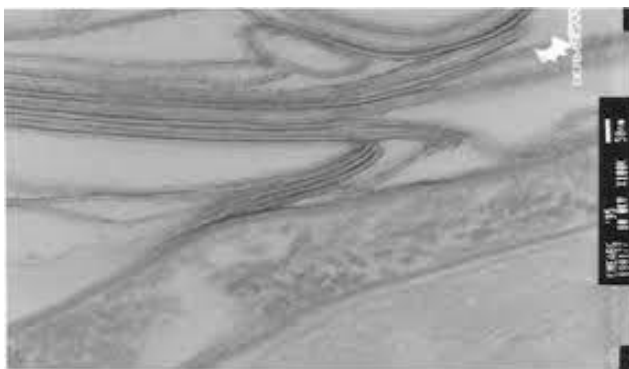


Рис.1.5 Мікрофотографія епідермісу з ламелярною емульсією

Вимірювальним показником дії ламелярної емульсії була транспідермальна втрата вологи, яка вимірювалась приладом Tewameter TM 210 (Японія). Значення показало, що у людей, які використовують крем на основі ламелярної емульсії, було зниження втрати вологи на 22%. Це свідчить про позитивний вплив емульсії на шкіру та її захисні властивості.

Основним шляхом отримання ламелярної емульсії є застосування емульгаторів на основі оливкової олії. При розробленні рецептури та

проаналізувавши науково-технічну літературу, емульгатор Olivem 1000 є ідеальним прикладом для використання та створення даного типу емульсій. За структурою він представляє поєднання жирних кислот, які містяться в оливковій олії, що хімічно аналогічні ліпідному складу людської шкіри. Його основною перевагою є відновлення та підтримка цілісності покривного бар'єру шкіри.

Процес створення ламелярної емульсії відбувається шляхом гомогенізації, ультразвуку, надлишкового тиску.

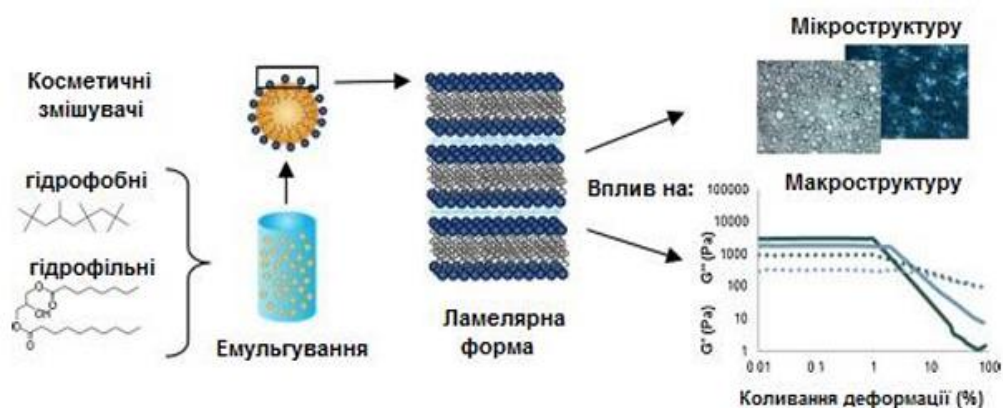


Рис.1.6 Отримання ламелярної емульсії крему

1.5 Косметичний крем. Аналіз складу продукту

Згідно Державного стандарту України 2472-94 Продукція парфюмерно-косметичної промисловості «Терміни і визначення» **косметичний крем** – засіб по догляду за обличчям та тілом у вигляді мазеподібної маси з додаванням активнодіючих речовин[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Косметичні креми мають відповідати вимогам стандартів, згідно яких виготовлення здійснюється за рецептурами, технологічними регламентами, картами.

Класифікація кремів[10]:

1. Склад:

- емульсійні (відсоткове співвідношення олії та води);
- жирові (наявність жирів, жироподібних речовин);
- безжирові (відсутність жирів, жироподібних речовин);
- суспензійні (консистенція ДС і концентрація твердої ДФ)

- комбіновані (суспензійні крем в яких ДС - емульсії).

2. Призначення:

- лікувально-профілактичні;
- гігієнічні;
- декоративні.

3. Консистенція:

- рідкі (80 – 90% води);
- густі (50 – 70% води).

Найпопулярнішою формою крему за складом – емульсійна система. Наявність води в системі збільшує зволожувальні властивості крему, адже відбувається швидке поглинання роговим шаром шкіри компонентів. Мертві ороговілі клітини шкіри містять 10 % вологи, «живі» — 70 – 80 % [10].

Емульсійні креми в свою чергу поділяються на 3 види:

- о/в – пряма емульсія;
- в/о – непряма емульсія;
- в:о = 1:1 – зворотня емульсія.

Процес емульгування здійснюється наступним шляхом: отримання вкраплень ДФ малих розмірів з подальшою стабілізацією утворених краплин в ДС. Однорідність емульсії (розмір частинок – 0,2 мкм) досягається інтенсивним перемішування або гомогенізацією за допомогою гомогенізатора.

Для стабілізації емульсійних кремів використовуються емульгатори різної природи. Їхня роль полягає в адсорбції поверхні розділення 2 фаз та зниження поверхневого натягу, що створює щільний адсорбційний шар задля запобігання коалесценції ДФ. В якості емульгаторів виступають ПАР (катіонні, неіоногенні, аніонні) – дифільні сполуки, які містять гідрофільну групу (-ОН) та гідрофобну неполярну групу[10]; синтетичні і напівсинтетичні полімери; натуральні і силіконові компоненти. Як ПАР виступають стеарат гліцерину, полісорбати, наприклад полісорбат 80. До натуральних емульгаторів належать пектин, лецитин, ланолін, бджолиний і канделільський воски.

В прямих емульсіях застосовують аніоноактивні ПАР, які мають здатність адсорбуватися на поверхні крапель олії з орієнтацією полярної групи у воду, а неполярної – до олії. Злиття перешкоджає електростатична сила відштовхування.

Важливим показником для емульгатора є гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ). Це число, що відповідає за загальну ефективність емульгатора. Для утворення прямої емульсії необхідний емульгатор зі значенням – 8-13, а для зворотної – 3-6.

На вигляд **емульсія о/в** – рідкий непрозорий крем зі вмістом води **40 – 85%**. Попри те, що вміст олії в кремах даного типу невелика кількість, їх фізіологічні властивості високі. Для живлення та пом'якшення шкіри достатньо 4 – 8% олії від маси.

Креми непрямої **емульсії – в/о**, досить густі та містять **30 – 40% води**.

Стосовно здатності емульсійного крему глибоко проникати в шкіру, їх класифікують за **ступенем впливу на структуру[10]**:

1. Епідермальна дія

Рівень впливу даних КЗ обмежується поверхневим шаром епідермісу, що забезпечує зволоження шкіри та захист від несприятливого впливу атмосфери, УФ – випромінювання.

2. Трансдермальна дія

До даної групи належать живильні креми, в складі яких містяться високоактивні біологічні речовини, що здатні включатись в біохімічні структури шкіри, стимулюючи клітинне живлення тканин. В свою чергу в залежності від спрямованості дії, їх класифікують **на 3 групи стимуляторів**:

- ліпідного обміну;
- водно-сольового обміну;
- білкового обміну.

Активніючі компоненти, що входять до складу косметичного крему:

1. Ліпофільні інгредієнти

Дані речовини є найважливішим класом КЗ, адже вони мають основну дію – регенерація пошкодженої шкіри; глибоке живлення.

До ліпофільних інгредієнтів належать рослинні олії, жироподібні речовини. Вони мають характерну особливість - нерозчинність у воді, тому їх застосовують для підтримки ліпідного шару шкіри, який є захисним бар'єром від впливу сторонніх чинників[12].

Ліпофільні речовини роблять шкіру водостійкою, зменшують трансепідермальну втрату води і таким чином захищають її від зневоднення. Заповнюючи мікроскопічні поглиблення в шарах шкіри, вони призводять до помітного розгладження, що одночасно зменшує дрібні зморшки.

Креми на основі олій з низькою температурою застигання легко і рівномірно наносяться на шкіру. Вуглеводні, парафін, силікони і більшість восків особливо рекомендуються для продуктів з тривалим терміном зберігання. Однак їм бракує ефекту рослинних олій, які частково розщеплюються в шкірі і таким чином вивільнюють цінні жирні кислоти.

Окрім цього в рослинних оліях міститься цінний комплекс жиророзчинних вітамінів або провітамінів, фітостеролів, жирних кислот. Структура фітостеролів подібна до структури холестерину, і вони здатні значною мірою замінити його в шкірі. Це можна помітити за специфічним ефектом зміцнення бар'єрів[12].

2. Гідрофільні інгредієнти

Вода - найпоширеніший інгредієнт у складі КЗ, який часто стоїть першим у списку. Залежно від категорії продукту, в середньому КЗ можуть містити від 60 - 85% води.

Розглядаючи значимість води з фізіологічної точки зору, то вона є необхідним інгредієнтом. Шкіра складається з різних відділів, в яких вода є однією з основних складових. На рівні епідермісу, навіть якщо це найменш багатий на воду відділ, вона відіграє важливу роль у структуруванні різних

елементів, що створюють так званий "бар'єрний ефект". Він відповідає за організацію структурних ліпідів шкіри, фосфоліпідів та керамідів, з метою підтримання важливої когезії. На рівні дерми - вода складова фундаментальної речовини, що називається позаклітинним матриксом, в якому з'являються різні елементи: фібробласти, структурні білки.

Вода є "універсальним розчинником". У поєднанні з емульгаторами воду можна змішувати з "густими" інгредієнтами, такими як олії, щоб полегшити утворення емульсійних кремів. Креми на водній основі мають більш приємні органолептичні характеристики, наносяться свіжіше, а жирний і блискучий ефект на шкірі менш помітний.

3. Емульгатори

Емульгатори – речовини, що здатні утворювати однорідні суміші шляхом змішування двох незмішуваних фаз. Дія емульгаторів полягає в зменшенні поверхневого натягу між молекулами фаз, дозволяючи їм змішуватися і утворювати стабільну емульсію, що впливає на консистенцію продукції. Це відбувається завдяки тому, що один кінець молекули притягується до молекул води, а інший - до молекул олії[13.].

Емульгатори використовуються для перемішування інгредієнтів на масляній основі, таких як рослинні олії, з інгредієнтами на водній основі, такими як алое вера або гіалуронова кислота. Це важливо, оскільки багато активних інгредієнтів для догляду за шкірою, таких як антиоксиданти і пептиди, є олійнорозчинними і потребують поєднання з інгредієнтами на водній основі для оптимального поглинання та ефективності.

Найпопулярнішими емульгаторами в косметичній сфері виступають:

- гліцерин моностеарат 40%;
- Emulfarma 1000, Olivem 1000, Montanov L (для ламелярних емульсій);
- цетил-стеариловий спирт, Synthalen W 400 (для емульсій типу о/в).

4. Загусники для регулювання консистенції

Загусники – речовини, які є важливою частиною рецептури КЗ, оскільки дають можливість не тільки регулювати в'язкість продукту, але й покращувати його реологічні властивості, а саме стабільність, відчуття та плинність. Щоб підвищити в'язкість певного продукту в рецептуру додають тверді речовини, збільшують співвідношення внутрішньої фази, гомогенізують чи додають загусники. В Міжнародній номенклатурі косметичних інгредієнтів (INCI) перераховано понад 500 загусників.

Натуральні гелеутворюючі компоненти поділяються на категорії:

- полісахариди (альгінат натрію, гіалуронова кислота);
- целюлоза;
- крохмаль (кукурудзяний крохмаль, рисова пудра);
- природня смола (камеді – ксантанова, гуарова, гуміарабік).

5. Регулятори рН

рН косметичних продуктів є обов'язковим етапом, який гарантує безпеку споживачів і він повинен залишатися в певному діапазоні, а саме бути сумісним з фізіологічним рН шкіри, який становить 4,5-5,5. Це необхідно для фізико-хімічної стабільності продукту, і, що найважливіше, в натуральній косметиці це важливо для роботи системи консервантів[14].

Найголовніше: майже всі консерванти в натуральному догляді за волоссям та шкірою, є слабкими органічними кислотами або солями кислот (бензойна кислота, сорбат калію, левулінова кислота, саліцилова кислота). Для цих слабких органічних кислот розчинність і ефективність надзвичайно залежить від рН[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Якщо не підтримувати рН в певному діапазоні, консервант або стане нерозчинним і випаде з розчину (він стає неефективним і впливає на фізичну стабільність продукту), або він стає менш ефективним або повністю неефективним в залежності від рН.

Регулювання рН є важливим етапом, адже рН продукту не завжди може знаходитися в потрібному діапазоні. Існують інгредієнти, що знижують або підвищують значення. Лимонна та молочна кислоти є найбільш придатними

кислотами для зниження рН косметичного продукту. Обидві вони отримуються синтетичним або шляхом ферментації. Для підвищення рН продукту використовують наступні речовини: харчова сода (бікарбонат натрію), NaOH, L-аргінін[14].

6. Консерванти

Консерванти відіграють вирішальну роль у формулюванні та безпеці косметичних продуктів. Вони відповідають за запобігання мікробному забрудненню, збереження цілісності продукту та забезпечення безпеки споживачів.

Консерванти є речовинами, що додаються до продуктів задля запобігання росту шкідливих мікроорганізмів, таких як бактерії, грибки, дріжджі або їх пригнічення. Вони зберігають цілісність та стабільність косметичних формул. Існують натуральні та штучні консерванти[15].

Переваги застосування консервантів:

- подовження терміну придатності продукту;
- запобігання росту мікроорганізмів;
- забезпечення безпеки продукції для споживачів;
- збереження якості продукції;
- економічна ефективність.

Найкращими консервантами є органічні кислоти, такі як бензойна та сорбінова. Вони є безпечними консервантами в косметиці, які пригнічують ріст мікроорганізмів, створюючи кисле середовище.

Консерванти, схвалені сертифікатом Ecocert, отримуються з природних джерел і відповідають суворим критеріям безпеки та екологічності.

Прикладами консервантів цієї групи є бензиловий спирт, саліцилова кислота, дегідрооцтова кислота та сорбат калію. Вони мають ефективні антимікробні властивості та відповідають стандартам натуральної та органічної сертифікації[15].

7. Антиоксиданти

Шкіра постійно піддається впливу зовнішніх факторів, а саме від УФ-випромінювання, забруднювачів повітря, адже вона є зовнішнім шаром захисту організму. Окислювальний стрес прискорює процес старіння і призводить до утворення зморшок, гіперпігментації, сухості та втрати тонушу шкіри. Використання косметики, що містить антиоксидантні активні речовини, допомагає нейтралізувати утворення вільних радикалів, тим самим сповільнюючи видимі ознаки старіння[16].

Деякі антиоксиданти, що використовуються в косметиці, присутні в нашій шкірі, наприклад, такі сполуки, як **вітамін Е, С і коензим Q10**. Їх місцеве застосування допомагає посилити наш природній антиоксидантний захист.

Шкіра також може отримати користь від косметичного використання деяких рослинних екстрактів, які є хорошими джерелами природних антиоксидантних сполук. Такими природними антиоксидантами можуть бути поліфеноли, флавоноїди, каротиноїди та терпени.

8. Віддушки

Ароматизатори – це суміші природних або штучних речовин, таких як натуральні олії або деякі специфічні ароматичні сполуки. Вони широко використовуються в парфумерії та інших косметичних засобах, забезпечуючи нам приємний аромат. Їх зберігають у концентрованих формах для того, щоб додавати в мікрокількостях до КЗ[17].

Ароматизатори відіграють значну роль у маскуванні небажаних запахів, що виникають від жирних кислот, олій та поверхнево-активних речовин, які зазвичай використовуються в косметичних рецептурах.

Ефірні олії є життєво важливим активом у косметичній промисловості, оскільки, окрім надання приємних ароматів різним продуктам, вони здатні діяти як консерванти та активні агенти і, водночас, надавати різноманітні переваги шкірі. Крім того, стимулюючий попит на натуральні інгредієнти сприяв відновленню інтересу до рослинних похідних, особливо ефірних олій, у косметичній та оздоровчій промисловості. Серед цінних ефірних олій, що

використовуються як ароматизатори, є **цитрусові, лаванда, евкаліпт, чайне дерево** та інші **квіткові олії**, а також ліналоол, гераніол, лімонен, цитронеллол і цитраль - це високо ціновані ароматичні компоненти, що використовуються в різних КЗ[17].

9. Барвники

Барвники є важливими компонентами деяких косметичних продуктів, особливо кольорових КЗ. Більшість косметичних барвників є синтетичними і регулюються в усьому світі. У США вони регулюються FDA, монографії для кожного з яких містяться в Розділі 21 Кодексу федеральних нормативних актів, в частинах 73 і 74. В ЄС дозволені косметичні барвники перелічені в Додатку IV до Регламенту 1223/2009/ЄС про косметичну продукцію, зі змінами, внесеними згідно з Поправкою до Регламенту Комісії (ЄС) 2021/850 від 17 червня 2021 року. Коди F, D і C в назвах барвників означають їхнє дозволене використання в харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості[18].

Барвник - це речовина, яка надає колір і розчиняється в транспортному засобі або субстраті, в якому вона диспергована.

Пігмент - це речовина, яка не розчиняється в транспортному засобі або субстраті, в якому вона диспергована.

Тонер - це пігмент, який отримують шляхом осадження водорозчинного барвника у вигляді солі металу. Типові метали, що використовуються для цього осадження, - натрій, кальцій, барій і стронцій, наприклад, D&C Red 7 Ca Salt.

РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт дослідження

Об'єктами роботи виступають – амарантова олія та розроблення рецептури косметичного емульсійного крему.

2.2 Методи дослідження

2.2.1 Органолептичні показники

Зовнішній вигляд. Характеристика органолептичних властивостей даних зразків крему, а саме:

- колір;
- запах;
- консистенція (однорідність).

Визначення кольору

Хід роботи. Визначення проводять переглядом досліджуваних зразків, які нанесені на предметне скло, товщина дорівнює 2 – 3 мм. Стосовно однорідності крему – обов'язкова відсутність сторонніх включень, ознак фізико-хімічної нестабільності, такої як коалесценція, коагуляції частин[19].

Визначення запаху

Хід роботи. Для визначення використовують папір, який змочують на 30 мм в зразку крему.

В випадку густої консистенції крему, готують водний розчин за температури 40 °С, де масова частка крему складає 10%. Розчин перемішують та змочують папір подібним чином.

2.2.2 Фізико-хімічні показники

Термостабільність

Дослідження проводять зі зразками косметичного крему за допомогою термостату.

Обладнання: чисті баночки, зразки крему, термостат.

Хід роботи. Дослідження проводять зі зразками емульсійного засобу, який поміщають в скляні пробірки діаметром ($d = 14$ мм) та висотою ($h = 150$ мм). Готові зразки з досліджуваним засобом відправляють до термостату, де

витримують при температурі ($T = 42 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) протягом доби (7). Після переносять зразки до холодильнику за температури ($T = 10 - 12 \text{ }^\circ\text{C}$) та витримують 7 діб. Кінцевий результат споглядають при витримуванні зразків за кімнатної температури ($T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$)[19].

Результати оцінюють візуально, чи присутнє розшарування емульсії, та вносять отримані дані до таблиці.



Рисунок 2.1 Лабораторний термостат типу WX-12C

Колоїдна стабільність

Дослідження проводять зі зразками косметичного засобу за допомогою лабораторної центрифуги.

Обладнання: зразки крему, набір пробірок, ртутний термометр, секундомір, водяна баня, лабораторна центрифуга.

Хід роботи. Пробірки наповнюють кремом на $2/3$ об'єму у такий спосіб, щоб маси не мали різницю більш ніж на $0,03 \text{ г}$, зважувати з заданою точністю до $0,01 \text{ г}$. Досліджувані зразки ставлять на водяну баню та нагрівають до температури ($T = 42 \text{ }^\circ\text{C}$) протягом 20 хвилин. Центрифугують приблизно 5-7 хвилин, швидкість – 6000 об/хв .

Результати оцінюють візуально, чи присутнє розшарування емульсії, та вносять отримані дані до таблиці.



Рисунок 2.2 Лабораторна центрифуга моделі MPW -310.

Потенціометричне визначення водневого показника (рН)

Хід роботи. Дослідження проводять з використанням обладнання, як рН-метр згідно 1 тому ДФУ п. 2.2.3. Використаний прилад має градуювання в одиницях рН, його чутливість – 0,03 одиниць рН. Вимірювання проводять за температури ($T = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$). Перед початком дослідження рН-метр калібрують за допомогою стандартного буферного розчину. При повній підготовці прилад занурюють по чергово в кожен зразок крему та записують результати до таблиці. Для точності даних, дослід повторюють та вираховують середнє значення рН[19].

Дисперсний аналіз

Дане дослідження проводять зі встановленням розміру частинок емульсійного крему.

Хід роботи. Дослід можна виконувати 2 способами:

- мікроскопічним методом, а саме з використанням камери Горяєва;
- кондуктометричний метод, який полягає в вимірюванні електропровідності зразків, адже ВФ має властивість добре пропускати струм.

В емульсіях діаметр частин повинен дорівнювати 0,1 – 10 мкм. Відносно систем та їх розмірів:

- система 1 роду – $10^{-3} - 10^{-4} \text{ м}^{-1}$ (о/в);
- 2 роду – $10^{-9} - 10^{-10} \text{ м}^{-1}$ (в/о).

2.3 Матриця. Розробка математичної моделі

Показники якісної природи косметичного емульсійного крему визначаються по трьом вхідним змінним, що характеризують процес технологічної обробки даних та трьом змінним, які обумовлюють якість цільового продукту.

Значення вхідних змінних (X_1, X_2, X_3) є керуючими чинниками, які здатні змінювати рівень показників Y для оптимальних результатів.

Факторами при розробці косметичного крему виступають наступні показники, як:

- X_1 – кількість амарантової олії;
- X_2 – кількість дистильованої води.

Факторами, що відповідають за результат та якість продукту є Y_1 – наявність сухих компонентів. Функціональна залежність між даними змінними обумовлює фізико-хімічні властивості, що представляють собою лінійну залежність, яка лежить в основі математичної моделі.

Рівняння регресії

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (2.5)$$

де $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}, \beta_{123}$ – коефіцієнти регресії.

Після вибору змінних відбувається проведення експерименту, що реалізує можливі комбінації впливових чинників, які не повторюються. Число дослідів визначають через чинники – n .

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

Проводимо двофакторне дослідження, де $m = 2$ та трифакторний експеримент.

Нормалізоване рівняння регресії

$$Z_i = \frac{(x_1 - x_0)}{\Delta x_i} \quad (2.6)$$

де x_i – значення змінної на рівнях (“+”, “-”);

x_0 – значення змінної на рівні з показником 0;

Δx_i – крок варіації

Отриманий аналіз даних та результати досліджень стосовно компонентів косметичного емульсійного крему висвітлені в допустимих межах факторів в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Межі вхідних змінних

Умови планування	Межі вхідних змінних	
	X ₁ %	X ₂ %
Базовий варіант (0-рівень)	2	20
Інтервал варіації	1	10
Верхній рівень (+1)	2	40
Нижній рівень (-1)	4	20

Після реалізації таблиці експерименту проводять планування наступних серій дослідів з отриманням ряду даних контрольного значення Y на зміну впливового чиннику X .

Дослідження впливу фактору на контрольний параметр дає змогу здійснити математичне планування у вигляді матриці експерименту, де відбувається реалізація всіх можливих комбінацій впливових чинників. Дане дослідження дозволяє отримати повну інформацію щодо контрольного параметру при якому задіяні мінімальні витрати.

Таблиця 2.3 - Матриця двохфакторного експерименту

№	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₁ Z ₂	Y ₁	Y ₂	Y	S ² _i
1	+	+	+	+	40	38	39	2
2	+	-	+	-	34	32	33	5
3	+	+	-	-	30	26	28	8
4	+	-	-	+	22	20	21	2

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічна карта крему

Крем для сухої шкіри з амарантовою олією відноситься до типу ламелярної емульсії[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Таблиця 3.1 - Рецептатура емульсійного крему

Крем денний для сухого типу шкіри										
Фази	Позн.	Інгредієнти	Зразки							
			№ 1	%	№ 2	%	№ 3	%	К.з	%
ЖФ	1.	Амарантова олія	10	20	8	16	6	12	0	0
	2.	Олія волоського горіху	1	2	1	2	1	2	1	2
	3.	Олівем 1000	2,5	5	2,5	5	2,5	5	2,5	5
	4.	Коко-каприлат	-	-	1,75	3,5	1,75	3,5	1,75	3,5
ВФ	5.	Вода	33	66	33	66	35	70	41	82
	6.	Сечовина	1	2	1	2	1	2	1	2
АФ	7.	Пантенол	1,0	2	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	8.	Акваксил	0,75	1,5	1	2	1	2	1	2
	9.	СО ₂ – екстракт календули	-	-	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	10.	Лекогард	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	11.	Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5
			50 мл	100 %	50 мл	100 %	50 мл	100 %	50 мл	100 %

Технологічна карта виробництва косметичного крему в лабораторії

Приготування косметичного крему на основі амарантової олії в лабораторії складається з наступних операцій:

1. Приготування ЖФ – зважити всі необхідні інгредієнти фази та змішати. Поставити нагріватись на водяну баню до температури 65-70 С°, до

повного розчинення компонентів. Контроль температури здійснювати за допомогою термометру.

2. Приготування ВФ - зважити всі необхідні інгредієнти фази та змішати. Поставити нагріватись на водяну баню до температури 50-60 С°, до повного розчинення. Контроль температури здійснювати за допомогою термометру.

3. Емульгування. Змішати 2 фази - **ЖФ** та **ВФ**. Вливати **ЖФ** в **ВФ** та гомогенізувати протягом 2-5 хвилин.

4. Поставити емульсію змішуватись на магнітну мішалку та охолодити до 40 С°. Контроль температури здійснювати за допомогою термометру.


5. При досягненні заданої температури ввести по чергово інгредієнти **АФ** та перемішувати протягом 5-7 хвилин.


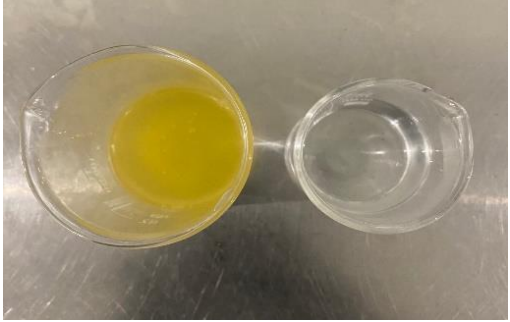




6. Перевірити крем на рН, який має варіюватися в межах 5,0–5,5.

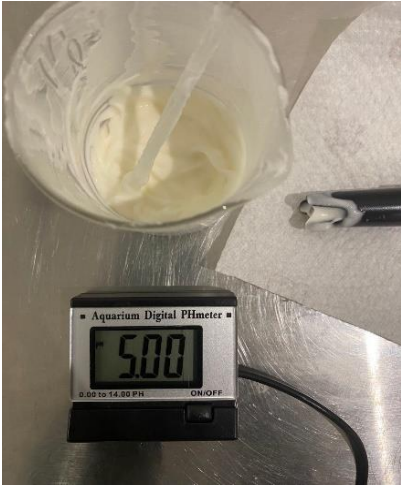

7. Якщо рН низький, необхідно використати розчин аргініну, якщо підвищений – розчин молочної кислоти.

8. Розлити крем в тару, 50 мл = 43 г.

Таблиця 3.2 – Технологічна карта[20]

№	Послідовність процесів	Фотографія процесу
1.	Інгредієнти для крему. Підготовчі стадії, контроль якості сировини	

2.	<p>ЖФ та ВФ. Нагрівання фаз на водяній бані</p>	 
3.	<p>Емульгування. Змішування крему на магнітній мішалці. Охолодження крему</p>	 
4.	<p>Додавання активів, змішування на магнітній мішалці</p>	 

5.	Вимірювання рН крему	
6.	Готовий крем з амарантовою олією	

3.2 Характеристика сировинних матеріалів

Амарантова олія

Зовнішній вигляд: рідина.

INCI: *Corylus avellana*.

Виробник: ТМ “Амарант України”.

Властивості:

- відновлення гідроліпідного шару шкіри;
- регенерація клітин;
- сильний омолоджуючий ефект;
- нормалізація роботи сальних залоз;
- зволоження та живлення сухої шкіри;

- пом'якшення;
- захист від негативного атмосферного впливу;
- збільшення припливу кисню до клітин;
- вирівнювання тону та кольору обличчя;
- вітамінізація клітин шкіри;
- підвищення пружності та еластичності шкіри.

Олія волоського горіху

Зовнішній вигляд: рідина.

INCI: Corylus avellana.

Відсоток введення: 2%.

Виробник: Італія.

Властивості:

- пом'якшення сухої шкіри;
- живлення та зволоження, завдяки наявності протеїнів;
- омолоджуючий ефект;
- загоєння ран;
- тонізуюча дія;
- очищенням шкіри від вільних радикалів і токсинів;
- легко вбирається і не залишає відчуття жирності.

Олівем 1000

Зовнішній вигляд: пластівці.

INCI: Cetearyl Olivatе, Sorbitan Olivatе

Виробник: Італія.

Відсоток введення: 0,5-5%.

Властивості:

- легко створення легкої емульсії, близької до шкіри;
- отримання пом'якшувального та шовковистого крему;
- утворення ламелярної емульсії (рідкі кристали), яка забезпечує довгостроковий ефект зволоження та поступового поширення активів;

- ідеально підходить для сухої шкіри.

Коко-каприлат

Зовнішній вигляд: масляниста текуча рідина без кольору та запаху.

INCI: Coco-Caprylate, Cetylol C5.

Виробник: Франція.

Відсоток введення: 3-15 %.

Роль в косметиці: емомент.

Розчинність: в олії та тригліцеридах.

Властивості:

- натуральна заміна циклометикону та іншим силіконам;
- відмінна розподільча та емульгуюча здатність;
- шовковистість формул, тонкий розподіл по шкірі;
- швидке поглинання;
- утримання вологи в шкірі;
- поліпшення тактильних відчуттів.

Сечовина

Зовнішній вигляд: гранули.

INCI: Urea pura

Виробник: Німеччина.

Відсоток введення: 1-5%.

Розчинність: в воді при температурі не вище 50 °С.

Властивості:

- глибоке зволоження шкіри;
- кератолітична дія;
- утримання води з повітря;
- заспокоєння шкіри;
- зменшення подразнення від зовнішніх чинників.

Пантенол

Зовнішній вигляд: рідина.

INCI: D-panthenol, water.

Виробник: Китай.

Відсоток введення: 0,5-5%.

Розчинність: у воді при температурі не вище 50 °С.

Властивості:

- глибоке зволоження шкіри, через властивість зв'язувати молекули води;
- кератолітична дія;
- утримання води з повітря;
- заспокоєння шкіри;
- регенерація та оновлення клітин;
- природнє вироблення колагену, за рахунок чого підвищується % пружності;
- зменшення подразнення від зовнішніх чинників.

Акваксил

Зовнішній вигляд: в'язка рідина.

INCI: Xylitylglucoside, anhydroxylitol, xylitol.

Виробник: Франція.

Відсоток введення: 1-3 %.

Розчинність: у воді при температурі не вище 80 °С.

Властивості:

- глибоке зволоження шкіри;
- відновлення водного балансу шкіри та запобігання втрати вологи;
- усунення подразнень і лущення;
- вирівнення мікрорельєфу;
- регенерація та підвищення кількості вологи в глибоких шарах епідермісу;

- збільшення в епідермісі вмісту GAG (гіалуронової кислоти та хондроїтину сульфату);
- стимуляція синтезу кераміду та покращення бар'єрних функцій шкіри;
- зміцнення міжклітинних тканин епідермісу.

CO₂ – екстракт календули

Зовнішній вигляд: рідина.

INCI: SC-CO2 Calendula officinalis Flower Extract

Виробник: Україна.

Відсоток введення: 0,2-0,5 %.

Розчинність: в олії при температурі 35-45 °С.

Властивості:

- протизапальний та заспокійливий засіб;
- регулювання роботи сальних залоз, звужування пор;
- покращення захисних властивостей шкіри, зниження впливу навколишніх чинників;
- регенерація шкіри;
- підвищення міцності капілярів;
- оздоровлення та загоєння сухої, чутливої, подразненої шкіри.

Лекогард

Зовнішній вигляд: в'язка рідина.

INCI: Benzyl Alcohol, Ethylhexylglycerin.

Виробник: Франція.

Відсоток введення: 0,5-1 %.

Розчинність: у воді, в олії та спирті, стійкий при температурі не вище 120 °С.

До складу “зеленого” консерванту Lekoguard EB входить: Етилгексилгліцерин, Бензиловий спирт.

Властивості:

- м'який та продуктивний вплив на мікроорганізми;
- складаються з компонентів, дозволених до застосування в усіх країнах світу;
- являють собою безпечну та екологічно чисту альтернативу формальдегідним консервантам і парабеновим консервантам;
- працездатні й ефективні в широкому діапазоні значень рН: від 1,0 до 12,0;
- не мають тератогенних, мутагенних, ембріотоксичних, фототоксичних властивостей;
- стабільні при зміні в широкому діапазоні температури, стійкі до гідролізу; прозорість і відсутність впливу на органолептичні властивості кінцевого продукту.

Вітамін Е

Зовнішній вигляд: в'язка жовта рідина.

INCI: Tocopheryl Acetate.

Виробник: Німеччина.

Відсоток введення: 0,1-5 %.

Розчинність: в олії.

Властивості:

- антиоксидант - захист епідермісу від УФ-променів, через що знижується утворення вільних радикалів;
- омолодження шкіри;
- стимулювання регенерації клітин та циркуляції крові;
- покращення тонушу шкіри;
- запобігання пігментації шкірних покривів;
- зволоження шкіри.

3.3 Визначення характерних ознак крему

Перед проведенням досліджень та перевірку органолептичних, фізико-хімічних ознак було отримано 3 зразки та контрольний зразок косметичного крему на основі амарантової олії.

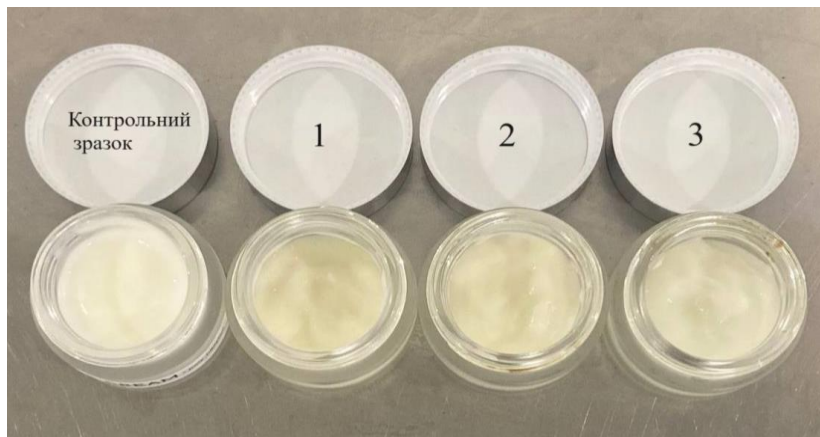


Рисунок 3.1 Зразки крему з амарантовою олією та контрольний зразок

Органолептичні показники

Таблиця 3.3 - Загальні органолептичні показники сухого крему на основі амарантової олії

Назва показника	Характеристика і норма	Метод випробування
Зовнішній вигляд	Крем з олією амаранту має однорідну кремову текстуру без сторонніх включень	ДСТУ 5009:2008
Колір	Притаманий білий з проявом жовтого відтінку	ДСТУ 5009:2008
Запах	Горіховий	ДСТУ 5009:2008

Органолептичний аналіз є важливим аспектом у визначенні терміну придатності та ринкової привабливості продукту. Навіть якщо дані свідчать про те, що продукти безпечні та відповідають вимогам щодо поживності, все одно необхідно дослідити, як продукт сприймається органами чуття.

Хід дослідження: для оцінки даних зразків косметичного крему було проведено аналіз за допомогою групи людей та винесено експертну думку залучених. Учасники перебували в стерильному приміщенні при кімнатній температурі. Оцінку проводили за шкалою від 1-5.

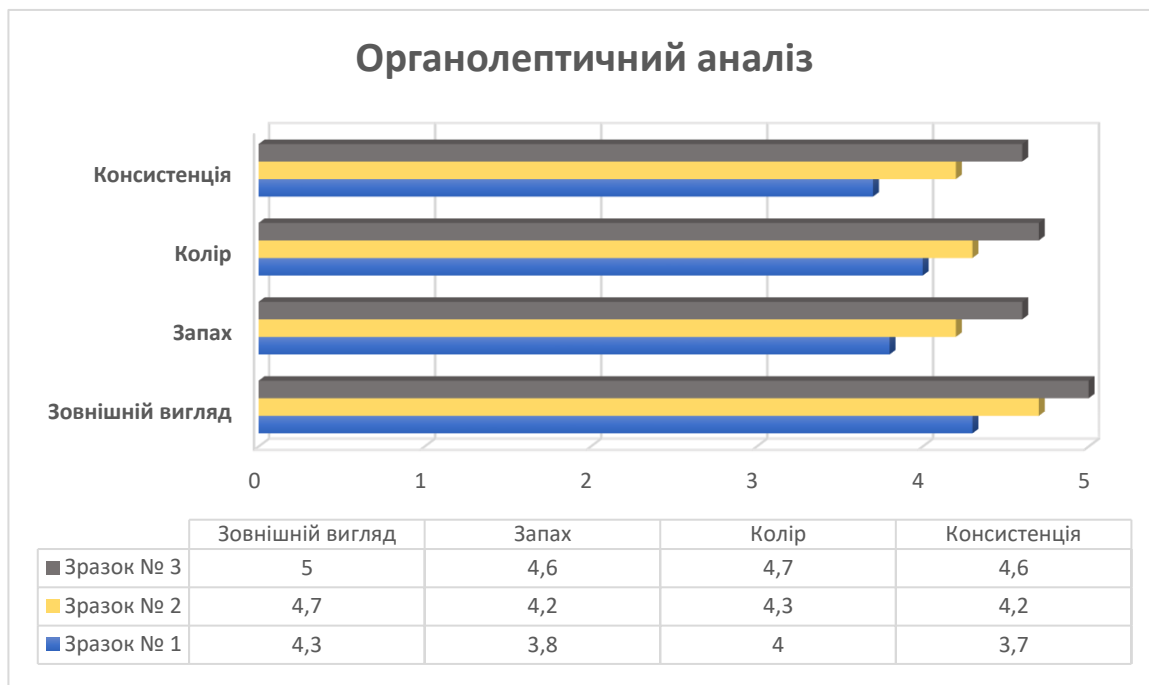


Рисунок 3.2 Лінійна діаграма органолептичних показників крему

За результатами оцінювання зразків, 3 зразок зібрав найбільшу прихильність за його аромат, текстуру та сприйняття після нанесення на шкіру.

Водневий показник

Хід дослідження: в 4 стакани зважили 0,50 г готового косметичного продукту та розчинили у 50,00 мл дистильованої води. Попередньо відкалібрували рН-метр за допомогою стандартного буферного розчину.

рН-метр помістили по чергово в хімічні стакани зі зразками продукту. Дітали прилад та поклали в сухе місце. Повторили дослідження для остаточного результату, розрахувавши середнє арифметичне. Час витримування - 1-2 хв.

Спостереження були внесені до **таблиці 3.4**.

Таблиця 3.4 - Показники рН

	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Контрольний зразок
Значення рН 1	6,6	6,42	6,3	6,49
Значення рН 2	6,58	6,40	5,2	6,48
Значення рН сер.	6,59	6,41	5,75	6,49

В рецептурі використовується сировина, яка має рН ближче до лужного, наприклад коко-каприлат має рН = 6,9. Задля зниження рН та отримання продукту, який буде мати кращу засвоюваність шкірою та проникність, був зроблений розчин молочної кислоти в співвідношенні 1:1. 2 крапель даного розчину було достатньо аби зменшити цей рівень до показника 5,2, що входить в межі дозволеного рН.

Стабільність

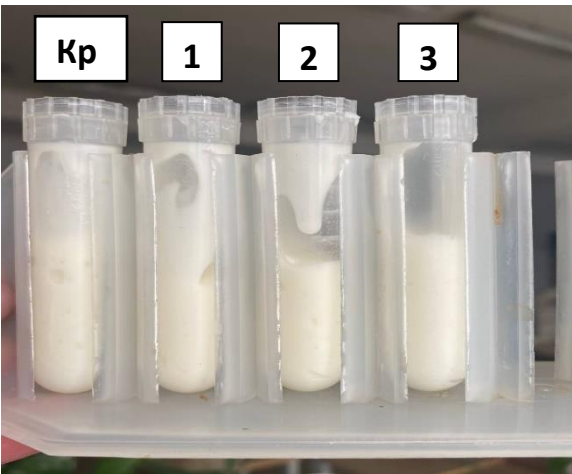
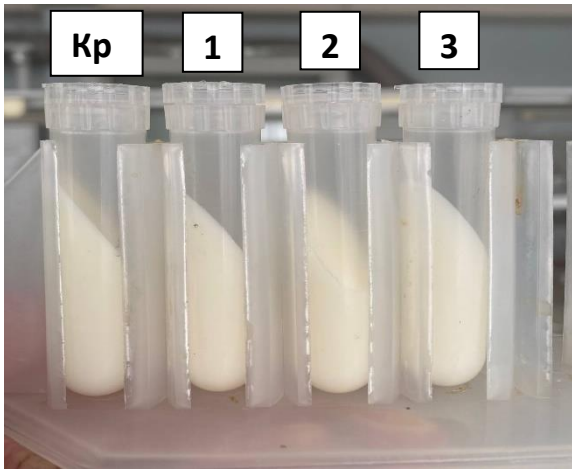
Стійкість косметичного крему характеризується – колоїдною стабільністю та термостабільністю.

Колоїдна стабільність

Хід дослідження: в 4 пробірки зважили крем таким чином аби заповнення було на 2/3 частини від об'єму. Кожну пробірку помітили номером зразку.

Використовували лабораторну центрифугу, де в гніздо центрифуги встановили почергово пробірки зі зразками. Центрифугування проводили протягом 5 хвилин за частоти обертання $100^{\text{с}^{-1}}$, швидкість обертання 6000 об/хв. Після закінчення процесу визначили стабільність зразків косметичної емульсії.

Таблиця 3.5 – Колоїдна стабільність (зразки)

	Фотографія дослідів
Зразки до проведення дослідження	
Зразки після центрифугування	

Спостереження занесені до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Показники колоїдної стабільності

	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Контрольний зразок
Спостереження	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Стабільний

Термостабільність

Хід дослідження: в 4 баночки зважили крем таким чином аби заповнення було на 2/3 частини від об'єму. При заповненні слідкували за тим, щоб в емульсії було відсутнє повітря. Помістили зразки в термостат, який попередньо нагріли до температури 68 °С. Витримали зразки протягом 40 хвилин.



Рисунок 3.3 Зразки крему в термостаті.

Спостереження занесені до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Показники термостабільності

	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Контрольний зразок
Спостереження	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Стабільний

3.4 Розроблення математичної моделі

Перевірка дисперсійної однорідності

1. Розрахунок дисперсії дослідів в матриці проводимо за формулою:

$$S_i^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i)^2 \quad (3.1)$$

$$S_1^2 = \frac{1}{2-1} [(40 - 39)^2 + (38 - 39)^2] = 2$$

$$S_2^2 = \frac{1}{2-1} [(36 - 34)^2 + (33 - 34)^2] = 5$$

$$S_3^2 = \frac{1}{2-1} [(30 - 28)^2 + (26 - 28)^2] = 8$$

$$S_4^2 = \frac{1}{2-1} [(22 - 21)^2 + (20 - 21)^2] = 2$$

Найбільше значення $S_{\max}^2 - 8$

2. Розрахунок суми дисперсій проводимо за формулою:

$$\sum_{i=1}^N S_i^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^N S_i^2 = 2 + 5 + 8 + 2 = 17$$

3. Розрахунок критерію Кохрена проводимо за формулою:

$$G_{max} = \frac{S_i^{2max}}{\sum_{i=1}^N S_i^2} \quad (3.3)$$

$$G_{max} = \frac{8}{17} = 0,4705$$

4. З таблиці обираємо значення критерію підбираючи під отримані значення свободи $f_1 = 1$, $f_2 = 4$, рівень значущості $\alpha = 0,05$.

$$G = G_{max} < G_{кр} \quad (3.3)$$

$$G_{max} = 0,4705 < 0,9065$$

Задовольняє умові однорідності та відтворюваності дослідів.

5. Розрахунок загальної похибки проводимо за формулою:

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (3.4)$$

$$S_0^2 = \frac{17}{4} = 4,25$$

Коефіцієнти рівняння регресії

Розрахунок проводимо за формулою:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_{0i} \cdot y_i) \quad (3.5)$$

$$b_0 = \frac{1}{4} (39 + 33 + 28 + 21) = 30,25$$

$$b_1 = \frac{1}{4} (39 - 33 + 28 - 21) = 19,75$$

$$b_2 = \frac{1}{4} (39 + 33 - 28 - 21) = 5,75$$

$$b_{12} = \frac{1}{4} (39 - 33 - 28 + 21) = -0,25$$

Значущість коефіцієнтів регресії

1. Розрахунок дисперсії коефіцієнтів регресії проводимо за формулою:

$$S_{bk}^2 = \frac{S_0^2}{N} \quad (3.6)$$

$$S_{bk}^2 = \frac{4,25}{4} = 1,0625$$

2. Розрахунок відхилення коефіцієнту проводимо за формулою:

$$\Delta b_i = \mp t_T \cdot \sqrt{S_{bk}^2} \quad (3.7)$$

$$\Delta b_i = \mp 2,78 \cdot \sqrt{1,0625} = 2,8656$$

де **2,78** – значення з таблиці Стьюдента за значеннями ступеню.

3. Розрахунок значення критерію Стьюдента проводимо за формулою:

$$t_{b0} = \frac{|b_0|}{S_{bk}} \quad (3.8)$$

$$t_{b0} = \frac{|30,25|}{1,0625} = 28,4706$$

$$t_{b1} = \frac{|19,75|}{1,0625} = 18,5880$$

$$t_{b2} = \frac{|5,75|}{1,0625} = 5,4117$$

$$t_{b12} = \frac{|-0,25|}{1,0625} = 0,2352$$

Вихідні параметри

Рівняння регресії:

$$y = 30,25 + 19,75 \cdot z_1 + 5,75 \cdot z_2 \quad (3.9)$$

Коефіцієнти рівняння регресії

$$y_1 = 30,25 + 19,75 \cdot (+1) + 5,75 \cdot (+1) = 55,75$$

$$y_2 = 30,25 + 19,75 \cdot (-1) + 5,75 \cdot (+1) = 16,25$$

$$y_3 = 30,25 + 19,75 \cdot (+1) + 5,75 \cdot (-1) = 44,25$$

$$y_4 = 30,25 + 19,75 \cdot (-1) + 5,75 \cdot (-1) = 4,75$$

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Планування та логістика виробництва крему

Основні кроки виробничого процесу:

1. Розробка відповідної формули продукту

Формула повинна бути не тільки ефективною, але й безпечною для цільового споживача.

2. Розробка упаковки та маркування

Необхідно враховувати, що упаковка повинна забезпечувати достатній захист і герметичність, тип тари залежить від категорії косметичної продукції, до якої належить продукт.

3. Проведення необхідних випробувань

Випробування є важливим етапом перевірки фізико-хімічних властивостей крему, щоб переконатися в тому, що кінцевий продукт є безпечним для використання. До них відносяться дерматологічні та прикладні тести. Косметиці присвоюється термін придатності на основі її складу та упаковки[21].

4. Постачання сировини

Сировина необхідна для виготовлення продукту. Навіть найкраща та найсучасніша косметична лінія буде марною без належних виробничих матеріалів.

5. Приміщення

Приміщення, де виробляється косметичний матеріал, повинно відповідати мінімальним стандартам чистоти. У приміщенні існують спеціальні чисті зони, доступ до яких має лише уповноважений персонал, одягнений в одяг, що пройшов перевірку на чистоту[21].

Кожна компанія-виробник косметики складає детальні гігієнічні плани, які визначають допустимі межі та процедури, яких слід дотримуватися у разі їх перевищення.

6. Зберігання та транспортування

Для виробничого процесу потрібно правильно спланувати процеси зберігання і транспортування готової продукції.

4.2 Опис принципово технологічної схеми

Згідно літературних джерел була розроблена принципово технологічна схема отримання емульсійного крему на основі властивостей сировини, а саме технологічних параметрах та підборі основного обладнання.

Дана технологія є безперервним процесом, тривалістю – 1 робочий день, (8 годин).

Технологічні стадії

Технологія виробництва емульсійного крему з амарантовою олією передбачає виконання наступних операцій[22]:

- підготовка інгредієнтів;
- приготування водної фази;
- приготування олійної фази;
- емульгування (гомогенізація);
- охолодження;
- введення термолабільних БАР;
- вистоювання;
- фасування й упакування крему.

Для отримання косметичних емульсій застосовують метод «гарячий-гарячий». Він є найбільш вживаним та базується на режимі високотемпературного впливу.

Підготовка інгредієнтів

Перед завантаженням в реактори компонентів, необхідно провести візуальний контроль сировини, стан тари та пакування; наявність маркування; зовнішній вигляд.

Приготування водної фази

Водяна фаза (ВФ) включає в себе змішування з подальшим розчиненням наступних гідрофільних речовин: вода та сечовина. Ця фаза займає 72 % від загального об'єму.

Основні параметри для проведення процесу: Т °С – не більше 50-60 °С, тривалість – 10-20 хвилин. Задана температура підтримується за допомогою системи опалювання, а саме подача через патрубки гарячої води. Відпрацьована вода йде на утилізацію. Швидкість обертів мішалки становить 1800 об/хв.

Приготування олійної фази

Жирова фаза (ЖФ) включає в себе змішування з подальшим розчиненням наступних гідрофобних речовин: амарантова олія, олія волоського горіху, олівець 1000, коко-каприлат. Ця фаза займає 22,5 % від загального об'єму.

Основні параметри для проведення процесу: Т °С – не більше 65-70 °С, тривалість – 15-25 хвилин. Задана температура підтримується за допомогою системи опалювання, а саме подача через патрубки гарячої води. Відпрацьована вода йде на утилізацію. Після того, як матеріали розплавився і змішалися, необхідно зменшити швидкість перемішування приблизно на 30% і температуру до 50-60 °С до моменту переміщення на наступну стадію. Швидкість обертів мішалки становить 1800 об/хв.

Процес емульгування (гомогенізація)

Емульгування в косметичних засобів, таких як креми, емульсії та лосьйони, означає стан, в якому одна з двох рідин, які не змішуються між собою, перетворюються на дрібні частинки і диспергуються, щоб поєднати водорозчинні інгредієнти та олію одночасно[22].

Стабільність емульсії забезпечують наступні фактори, як гомогенність та оптимальна дисперсність. І ці вимоги реалізуються за допомогою даного процесу. Для емульсій прямого типу о/в з інтенсивністю змішування зростає ступінь дисперсності частинок, що утворює тонку, однорідну дисперсію.

Основні параметри для проведення процесу: Т °С – 50-60 °С, ступінь дисперсності - 1-2 мкм, тривалість процесу – 25-30 хвилин. Швидкість обертів мішалки становить 2000 об/хв.

Охолодження

Перед введенням БАР необхідне охолодження суміші шляхом інтенсивного перемішування за високих обертів та подача холодильних агентів

до сорочки реактора. Було з'ясовано, що оптимальним режимом охолодження є використання охолоджувальної води за температури 8°C [22].

Основні параметри для проведення процесу: $T^{\circ}\text{C}$ – не більше $38-40^{\circ}\text{C}$, тривалість – $30-40$ хвилин. Після 20 хвилин охолодження, задля прискорення процесу в сорочку подають холодну воду температурою $T = 8^{\circ}\text{C}$. Швидкість обертів мішалки становить 2000 об/хв.

Введення термолабільних БАР

Термолабільні речовини - це чутливі речовини до тривалої температурної обробки. Вони втрачають свої властивості та руйнуються за високих температур, тому оптимальною температурою є введення таких компонентів при $T = 40^{\circ}\text{C}$.

Активна фаза (АФ) включає в себе змішування наступних активних речовин: пантенол, акваксил, CO_2 -екстракт календули, лекогард, токоферолі ацетат. Ця фаза займає $5,5\%$ від загального об'єму.

Основні параметри для проведення процесу: введення термолабільних речовин здійснюється почергово при $T = 38-40^{\circ}\text{C}$ протягом $20-25$ хвилин здійснюється перемішування компонентів. Швидкість обертів мішалки становить 2000 об/хв.

Вистоювання

Для підвищення органолептичних та фізико-хімічних властивостей, а саме консистенції крему використовують процес вистоювання. Емульсійні креми типу о/в піддаються впливу механічної обробки за рахунок чого ДС зменшується в розмірах і крем набуває кращої структури та якості. Дана стадія проходить на вальцових машинах.

Основні параметри для проведення процесу: процес вистоювання здійснюється при $T = 20-25^{\circ}\text{C}$ протягом $8-10$ годин.

Фасування

Фасування косметичного крему здійснюється при $T = 20-25^{\circ}\text{C}$. Готовий продукт відправляється на склад та придатний до подальшого використання.

Принципово технологічна схема отримання емульсійних кремів наведена на рис.1.

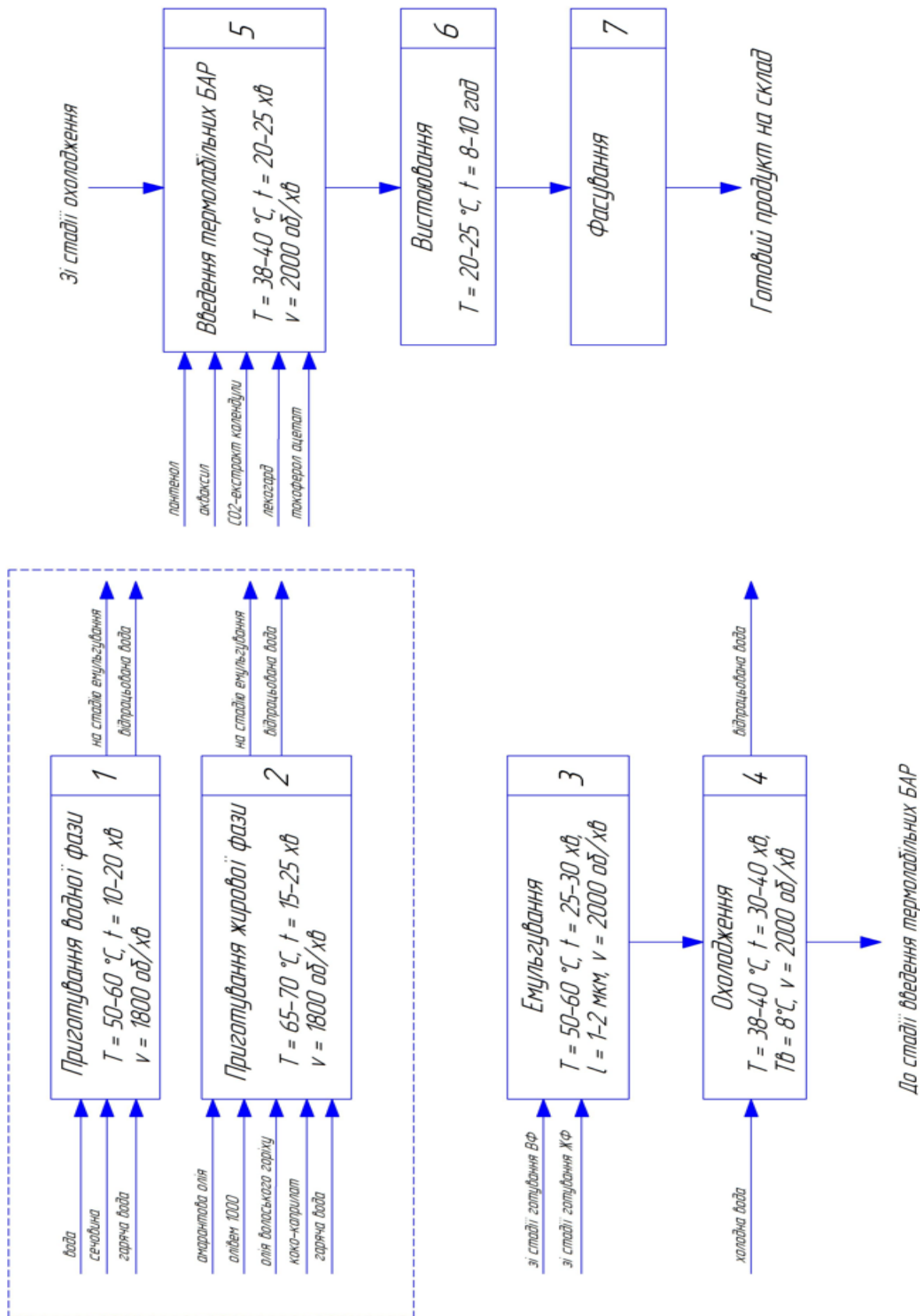


Рисунок 4.1 Принципово технологічна схем

4.3 Матеріальний баланс

Базуючись на стадіях принципово технологічної схеми виробництва косметичного крему, зробимо розрахунок матеріального балансу для кожної операції. Обрахунок будемо проводити за продуктивністю: **100 кг продукту**, застосовуючи закон збереження маси[23].

Таблиця 4.1 - **Рецептура крему для матеріального балансу**

№ позначення	Інгредієнти	Кількість
1.	Амарантова олія	12
2.	Олія волоського горіху	2
3.	Олівем 1000	5
4.	Коко-каприлат	3,5
5.	Вода	70
6.	Сечовина	2
7.	Пантенол	1
8.	Акваксил	2
9.	CO ₂ – екстракт календули	1
10.	Лекогард	1
11.	Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,5

Стадія 1. Приготування ВФ

На даній стадії припустимі втрати компонентів ВФ – 1,5 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{ВФ}} \cdot 0,015 = 72 \cdot 0,015 = 1,08 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ВФ}} = 72 - 1,08 = 70,92 \text{ кг}$$

Таблиця 4.2 - Матеріальний баланс ВФ

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	70,0	ВФ	70,92
Сечовина	2,0	Втрати	1,08
Всього:	72,0	Всього:	72,0

Стадія 2. Приготування ЖФ

На даній стадії припустимі втрати компонентів ЖФ – 2 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{ЖФ}} \cdot 0,020 = 22,5 \cdot 0,020 = 0,45 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ЖФ}} = 22,5 - 0,45 = 22,05 \text{ кг}$$

Таблиця 4.3 - Матеріальний баланс ЖФ

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Амарантова олія	12,0	ЖФ	22,05
Олія волоського горіху	2,0	Втрати	0,45
Олівець 1000	5,0		
Коко-каприлат	3,5		
Всього:	22,5	Всього:	22,5

Стадія 3. Емульгування

На даній стадії припустимі втрати компонентів ЖФ і ВФ – 1 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{ЖФ}} \cdot 0,010 = 92,97 \cdot 0,010 = 0,93 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ЖФ}} = 92,97 - 0,93 = 92,04 \text{ кг}$$

Таблиця 4.4 - Матеріальний баланс емульгування

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ВФ	70,92	Емульсія	92,04
ЖФ	22,05	Втрати	0,93
Всього:	92,97	Всього:	92,97

Стадія 4. Охолодження

На даній стадії припустимі втрати компонентів емульсії – 0,1 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{ЖФ}} \cdot 0,001 = 92,04 \cdot 0,001 = 0,10 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ЖФ}} = 92,04 - 0,10 = 91,94 \text{ кг}$$

Таблиця 4.5 - Матеріальний баланс охолодження

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Емульсія	92,04	Охолоджена емульсія	91,94
		Втрати	0,1
Всього:	92,04	Всього:	92,04

Стадія 5. Введення термолабільних БАР

На даній стадії припустимі втрати компонентів – 0,5 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{БАР}} \cdot 0,005 = 97,44 \cdot 0,005 = 0,48 \text{ кг}$$

$$m_{\text{БАР}} = 97,44 - 0,48 = 96,96 \text{ кг}$$

Таблиця 4.6 - Матеріальний баланс введення термолабільних БАР

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Охолоджена емульсія	91,94	Крем	96,96
Пантенол	1	Втрати	0,48
Акваксил	2		
СО ₂ – екстракт календули	1		
Лекогард	1		
Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,5		
Всього:	97,44	Всього:	97,44

Стадія 6. Фасування та пакування

На даній стадії припустимі втрати компонентів емульсії – 0,4 %.

Зробимо розрахунок втрат:

$$m_{\text{втрат}} = m_{\text{ЖФ}} \cdot 0,001 = 96,96 \cdot 0,004 = 0,38 \text{ кг}$$

$$m_{\text{ЖФ}} = 96,96 - 0,38 = 96,58 \text{ кг}$$

Таблиця 4.7 - Матеріальний баланс охолодження

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Крем	96,96	Готова продукція	96,58
		Втрати	0,38
Всього:	96,96	Всього:	96,96

В кінцевому результаті з урахуванням втрат ми отримуємо 96,58 кг косметичного крему.

Таблиця 4.8 - Зведена таблиця матеріального балансу

Стадія 1. Приготування ВФ			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	70,0	ВФ	70,92
Сечовина	2,0	Втрати	1,08
Всього:	72,0	Всього:	72,0
Стадія 2. Приготування ЖФ			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Амарантова олія	12,0	ЖФ	22,05
Олія волоського горіху	2,0	Втрати	0,45
Олівем 1000	5,0		
Коко-каприлат	3,5		
Всього:	22,5	Всього:	22,5
Стадія 3. Емульгування			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
ВФ	70,92	Емульсія	92,04
ЖФ	22,05	Втрати	0,93
Всього:	92,97	Всього:	92,97
Стадія 4. Охолодження			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Емульсія	92,04	Охолоджена емульсія	91,94

		Втрати	0,1
Всього:	92,04	Всього:	92,04
Стадія 5. Введення термолабільних БАР			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Охолоджена емульсія	91,94	Крем	96,96
Пантенол	1	Втрати	0,48
Акваксил	2		
СО ₂ – екстракт календули	1		
Лекогард	1		
Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,5		
Всього:	97,44	Всього:	97,44
Стадія 6. Фасування та пакування			
Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Крем	96,96	Готова продукція	96,58
		Втрати	0,38
Всього:	96,96	Всього:	96,96

4.4 Підбір основного обладнання

На підставі матеріального балансу та принципово технологічної схеми підбираємо апаратне обладнання, яке буде економічно вигідним та оптимальним.

При підборі обладнання важливо враховувати наступні фактори:

- сировина, що переробляється;

- функціональність;
- продуктивність;
- габаритні розміри;
- безпечність обслуговування;
- вартість.

Від цих показників в першу чергу залежить ефективність виробництва.

Таблиця 4.8 - Підбір обладнання

№	Назва обладнання	Продуктивність обладнання, кг/год	Габаритні розміри, мм	К-сть, шт
1	Змішувач з пропелерною мішалкою	50	3000*1000*2000	2
2	Шестерний насос	105	605*205*245	5
3	Змішувач з турбінною мішалкою	120	4700*2500*3900	2
4	Вальцова машина	160	5500*3700*4200	1
5	Фасувальна машина	100	4000*3400*4200	1

Основним процесом утворення фаз та цільового продукту є перемішування компонентів. Саме завдяки ньому здійснюється рівномірний розподіл частинок в певному об'ємі суміші та вирівнювання об'ємної концентрації в обладнанні. При підборі обладнання даного типу важливо включати в якому середовищі відбувається процес та спосіб перемішування. В технологічних стадіях виробництва косметичного крему здійснюються процеси приготування водної та жирової фаз, в якому присутні рідкі та легкорозчинні сипучі інгредієнти. Для отримання стійких емульсій з однорідною консистенцією застосовують змішувачі обладнані різноманітними мішалками[24].

Для рідкого середовища переважно застосовується механічне перемішування, де широкого поширення набули пропелерні та турбінні мішалки.

Конструкція даних апаратів полягає в тому, що робочий орган – мішалка, закріплений на вертикальному валу. Привід змішувального пристрою здійснюється переважно від електродвигуна.

Процес виробництва косметичного крему на основі амарантової олії є безперервним процесом, тому важливо щоб обладнання мало можливість працювати в даному русі, це також важливий аспект підбору.

Під час роботи обладнання облаштоване контролем наступних робочих параметрів: в'язкість, маса, рН, температура, тиск.

Пропелерна мішалка

Робочим органом виступає **мішалка з трьома пропелерами**, яка встановлена на осі. Це надає можливість відштовхуватись частинкам рідини гвинтом в різних напрямках, що створює осьовий потік рідини та підвищує інтенсивність перемішування.

Дана мішалка підходить для утворення емульсій або суспензій, розчинів з твердою частиною в рідині, середньо в'язких сумішей.

На відміну від іншого обладнання, швидкість обертання пропелерної мішалки становить **400-1800 об/хв** та розмір частинок завдяки цьому досягає **0,15 мм**, що говорить про високу ефективність та подальшу якість продукції. В деяких випадках швидкість оберту мішалки становить 40 об/с[24].

Діапазон робочої температури ($T = -7^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}$).

До основних розмірів мішалки належать – діаметр мішалки $d = 0,2 \div 0,5 D$; а відстань від дна становить $h = 0,5 \div 1,0 D$. Загальні розміри діаметру пропелера мішалки дорівнюють 150, 200, 250, 300, 400 мм та ін. в залежності від щільності.

Щоб збільшити ефективність перемішування пропелерної мішалки необхідно розташувати вал під кутом $10 - 20^{\circ}$ до вертикального краю.

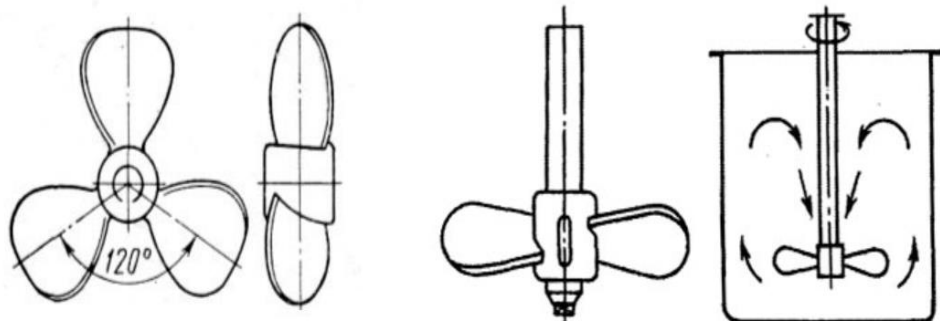


Рисунок 4.2 Пропелерна мішалка

Турбінна мішалка

Робочим органом виступає **мішалка з плоскими лопатями** та має чітко окреслений ротор, в їх конструкції також присутній нерухомий направляючий апарат, але за необхідності його можна виключити. При перемішуванні рідин діє відцентрова сила, яка наближає її до периферії та створює радіальні потоки.

Дана мішалка ідеально підходить для процесу емульгування (тонке диспергування), коли потрібна висока швидкість перемішування та забезпечує швидке розчинення компонентів.

Турбінна мішалка підходить для сумішей зі в'язкістю до 20 Па*с, але також при турбулентному режимі роботи його потужність не залежить від параметру в'язкості рідини, яка перемішується[24].

Існує 2 види мішалок даного типу:

- **закриті** (лопаті поміщені в корпус та утворюють закритий канал);
- **відкриті** (лопаті не поміщені в корпус; диск з).

Показники швидкості обертання мішалки досить високі – **400-2000 об/хв**. До основних розмірів мішалки належать – діаметр мішалки $d = (0,15-0,65)D$.

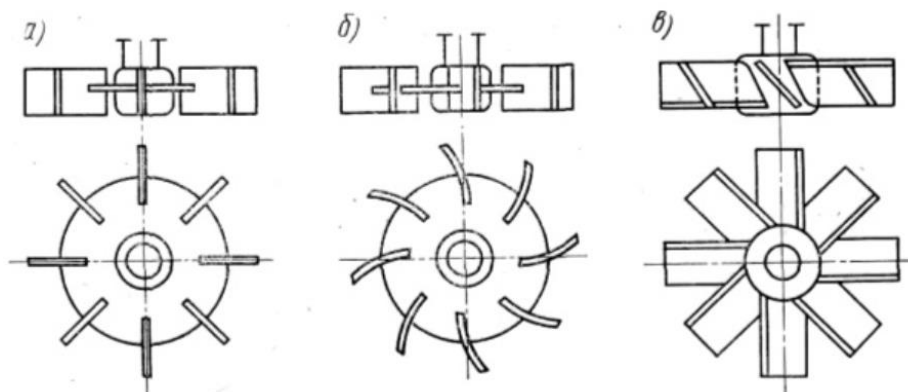


Рисунок 4.3 Типи турбінних мішалок

4.5 Опис апаратурно-технологічної схеми

Процес виробництва емульсійного крему з амарантовою олією

Перед початком виробництва продукту, необхідно переконатися, що все обладнання чисте і готове до роботи, перевірити правильність всіх з'єднань. До змішувача **1** по трубопроводах надходять компоненти ВФ: потік 29 – дистильована вода, потік 30 – сечовина. Компоненти змішуються між собою при температурі $T = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 15-25 хвилин. Готова водяна суміш в подальшому подається до емульгатора **5** через шестерний насос **2**.

До змішувача **3** по трубопроводах надходять компоненти ЖФ: потік 31 – амарантова олія, потік 32 – олівець 1000, потік 33 – олія волоського горіху, потік 34 – коко-каприлат. Компоненти змішуються між собою при температурі $T = 65\text{-}70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 15-25 хвилин.

Готова водяна суміш в подальшому подається до емульгатора **5** через шестерний насос **4**. Емульгатор **5** оснащений подвійною лопатевою мішалкою для досягнення однорідності крему та розміру частинок – 1-2 мкм, процес відбувається за температури $T = 50\text{-}60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 40 хвилин.

Емульгатор обладнаний сорочкою, до якої надходить холодна вода задля охолодження емульсії до температури $T = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Охолоджена емульсія через насос **6** надходить до емульгатора **7** до якого по трубопроводах надходять компоненти АФ: потік 35 – пантенол, потік 36 – акваксил, потік 37 – CO_2 екстракт календули, потік 38 – лекогард, потік 39 – токоферол ацетат. Введення термолабільних БАР відбувається при температурі $T = 38\text{-}40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ і перемішується суміш 30 хвилин.

Готовий крем подається на процес вистоювання до вальцової машини **9** через насос **8**, де протягом 8-10 годин вистоюється, набуваючи потрібних фізико-хімічних властивостей та охолоджується до температури $T = 20\text{-}25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Після цього через насос **10** крем подається на фасування та маркування до фасувальної машини і в подальшому відправляється на склад.

Апаратурна схема зображена на рис.4.4.

4.6 Контроль якості готової продукції

Контроль якості продукції - це систематичний нагляд і вимірювання характеристик продукції для забезпечення відповідності певним стандартам і вимогам якості. Показники та їх норма має відповідати ДСТУ 5009:2008. “Вироби парфумерно-косметичні. Правила прийому, відбору проб, методи органолептичних досліджень”[25].

Контроль якості продукції проводиться згідно вимог міжнародного стандарту якості ДСТУ ISO 9001. Нині на підприємстві впроваджена система екологічного управління ДСТУ ISO 14001. Виробнича лабораторія на підприємстві кожного дня проводить контроль якості на всіх технологічних процесах за показниками безпеки, радіаційного контролю, кількістю діючих речовин та природних біологічно-активних комплексів.

Технологічний процес виробництва сертифікований Держстандартом України. Використовується виключно безпечна сировина, кожна має паспорт якості з зазначеними відомостями за властивості інгредієнта.

Таблиця 4.9 - **Загальні органолептичні показники сухого крему на основі амаранту**

Назва показника	Характеристика і норма	Метод випробування
Зовнішній вигляд	Крем з олією амаранту має однорідну кремову текстуру без сторонніх включень	ДСТУ 5009:2008
Колір	Притаманний білий з проявом жовтого відтінок	ДСТУ 5009:2008
Запах	Горіховий	ДСТУ 5009:2008
Показник рН	5,0-5,5	ДСТУ 5009:2008

Масова частка летких речовин і води	4,5-96%	ДСТУ 5009:2008
Колоїдна стабільність продукту	Стабільний	ДСТУ 5009:2008
Термостабільність продукту	Стабільний	ДСТУ 5009:2008

Таблиця 4.10 - Мікробіологічні показники сухого крему на основі амаранту

Назва показника	Характеристика і норма
Аеробні-мезофільні мікроорганізми, КУО/г	Не більше ніж 1000 см ³
Факультативно-анаеробні мікроорганізми, КУО/г	Не більше ніж 1000 см ³
Enterobacteriaceae в 1 г (см ³)	Відсутні
Staphylococcus aureus в 1 г (см ³)	Відсутні
Pseudomonas aeruginosa в 1 г (см ³)	Відсутні
Дріжджі та плісняві гриби, КУО/г	Не більше ніж 100 см ³

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1 Розрахунок витрат на обладнання при виробництві крему

Капітальні витрати - це кошти, які компанія використовує для придбання, модернізації та обслуговування фізичних активів, таких як нерухомість, заводи, будівлі, технології чи обладнання. Капітальні витрати часто використовуються для реалізації нових проектів або інвестицій[26].

Капітальні витрати на купівлю технологічного устаткування наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - **Вартість виробничого обладнання**

Назва	К-сть, шт	Ціна, тис.грн	Транспортні витрати, тис.грн	Монтажні витрати, тис.грн	Загальна вартість
1	2	3	4	5	6
Шестерний насос	5	7600	5500	2000	75 500
Змішувач з пропелерною мішалкою	2	29800	9000	4500	86 600
Змішувач з турбінною мішалкою	2	45000	13500	8000	133 000
Вальцова машина	1	28500	7000	3500	39 000
Фасувальна машина	1	32000	8000	4000	44 000
Загалом:	11				378 100

Розрахунок загальної вартості обладнання здійснюється за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \sum P \times 1,2 \times 1,1 \quad (5.1)$$

$$P_{\text{заг}} = 378100 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 499\,092 \approx 500\,000 \text{ грн}$$

де **1,2** – капітальні витрати на вимірювальне обладнання (20% від суми);

1,1 – обладнання, що не врахувалося (10% від суми)

Розрахунок амортизаційних витрат згідно юриспруденції:

$$A = \frac{P_{\text{заг}}}{60} = \frac{499\,092}{60} = 8318,2 \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних витрат враховуючи об'єм виробництва продукту:

$$A = \frac{P_{\text{заг}}}{22} = \frac{8318,2}{22} = 378,1 \text{ грн}$$

де **22** – кількість робочих днів в місяці

5.2 Розрахунок витрат сировинної бази та допоміжних матеріалів

Таблиця 5.2 - **Вартість сировинної бази**

Назва	К-сть, кг	Ціна за кг(л), грн	Загальна вартість
1	2	3	4
Амарантова олія	12	931 грн	11 172 грн
Олія волоського горіху	2	525 грн	1 050 грн
Олівем 1000	5	2183 грн	10 915 грн
Коко-каприлат	3,5	590 грн	2 065 грн
Вода	70	6,6 грн	460,5 грн
Сечовина	2	790 грн	1 580 грн
Пантенол	1	1 297 грн	1 297 грн
Акваксил	2	3 888 грн	7 776 грн
СО ₂ – екстракт календули	1	2 720 грн	2 720 грн
Лекогард	1	1 789 грн	1 789 грн
Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,5	4 018 грн	2 009 грн
			42 833, 5

Розрахунок загальної вартості сировини, яка використовується в виробництві косметичного емульсійного крему на 100 кг:

$$P_{\text{заг}} = \sum P \quad (5.2)$$

$$P_{\text{заг}} = 11172 + 1050 + 10915 + 2065 + 460,5 + 1580 + 1297 + 7776 + 2720 + 1789 + 2009 = \mathbf{42\ 833,5 \text{ грн}}$$

Річний випуск продукту враховуючи витрати сировини приблизно становить **10 794 042 грн.**

Враховуючи витрати на транспортування сировини від постачальника їх сума становить 4 % від загальної вартості річного випуску продукту та дорівнює **431 761,68 грн.**

Косметичний крем випускається в об'ємі 50 мл, щоб з'ясувати **вартість однієї одиниці готового продукту** складаємо наступну схему вирішення:

$$100 \text{ л} - 42\ 833,5 \text{ грн}$$

$$50 \text{ мл} - X$$

$$\text{де } X = 21,417 \text{ грн} \approx \mathbf{21,42 \text{ грн}}$$

Проведемо розрахунок **витрат сировини та їх вартість на одну одиницю продукції (43 г)** згідно схеми:

$$100 \text{ кг} - \text{сировина (кг)}$$

$$0,043 \text{ кг} - x \text{ сировини (кг)}$$

Таблиця 5.3 - Вартість сировини на 1 од. продукції

Назва	К-сть, кг	Ціна, грн
1	2	3
Амарантова олія	0,00516	4,8
Олія волоського горіху	0,00086	0,45
Олівем 1000	0,00215	4,70
Коко-каприлат	0,001505	0,88
Вода	0,0301	0,20
Сечовина	0,00086	0,68
Пантенол	0,00043	0,56

Аквасил	0,00086	3,34
CO ₂ – екстракт календули	0,00043	1,17
Лекогард	0,00043	0,77
Вітамін Е (токоферол ацетат)	0,000215	0,86
		= 18,41 грн

З одного технологічного циклу одержують 96,58 кг/100 кг готового продукту. В баночці місткістю 50 мл міститься 43 г крему. За одну зміну виробництва можна отримати **2 246 одиниці продукції**.

Робочих днів в році – 252, вираховуючи вихідні та святкові дні. Щоб розрахувати обсяг продукції за рік, необхідно:

$$2\,246 \cdot 252 = \mathbf{565\,992} \text{ упаковки/рік}$$

Таблиця 5.4 - **Вартість допоміжних матеріалів (тари)**

Матеріали	К-сть, шт	Вартість за од., грн	Загальна вартість, грн
Скляна банка Л-П 50 мл	2 246	23	51 658
Гвинтова кришка срібного кольору	2 246	25	56 150
Етикетка з клейким шаром	2 246	5	11 230

Розрахунок загальної вартості допоміжних матеріалів, яка використовується в виробництві косметичного емульсійного крему на 100 кг:

$$P_{\text{заг.матер}} = \sum P \quad (5.3)$$

$$P_{\text{заг}} = 51658 + 56150 + 11230 = \mathbf{119\,038} \text{ грн}$$

5.3 Розрахунок витрат на енергоресурси

До енергоресурсів належать всі невідновлювальні джерела енергії, що придатні для практичного використання та без яких неможливо виробництво продукції[27].

Таблиця 5.5 - Вартість енергоресурсів

Енергоресурси	Витрати на 1 од. продукції	Вартість за 1 од., грн	Загальна вартість, грн
Електроенергія	31	2,64	81,84
Вода гаряча	3	75,96	227,88
Вода охолоджена	11	20,12	221,32

Розрахунок загальної вартості енергоресурсів, яка використовується в виробництві косметичного емульсійного крему на 100 кг:

$$P_{\text{заг.енерго}} = \sum P \quad (5.4)$$

$$P_{\text{заг}} = 81,84 + 227,88 + 221,32 = \mathbf{531,04 \text{ грн}}$$

5.3 Розрахунок заробітної плати працівників

Робочих днів в році становить – 252 дні, працівники працюють за 8-годинним робочим графіком.

Таблиця 5.6 - Посади працівників та заробітна плата

	Посада	К-сть праців	Годинна ставка, грн.	Фонд ЗП, грн.
	1	2	3	4
Адміністрування	Директор	1	170	30 000
	Головний технолог	1	159	28 000
	Головний бухгалтер	1	162	28 500
	Економіст	1	108	19 000
	Головний механік	1	97	17 000
	Головний енергетик	1	87	15 400
Виробництво	Начальник	1	170	30 000
	Майстер	1	125	22 000
	Технолог	3	142	25 000
	Апаратник	1	94	16 500

Відділ збуту	Майстер відвантаження	2	94	16 500
Охорона	Охоронник	1	70	12 300
Господарська дільниця	Техпрацівниця	1	57	10 000

Розрахунок загальної місячної заробітної плати працівників, грн:

$$P_{зп} = \sum P \quad (5.5)$$

$$P_{заг} = 30000 + 28000 + 28500 + 19000 + 17000 + 15400 + 30000 + 22000 + 75000 + 33000 + 33000 + 12300 + 10000 = \mathbf{353\ 200 \text{ грн}}$$

Заробітна плата за рік складає **4 238 400 грн.**

Розрахунок виробничої собівартості виробництва:

$$P_{вс} = 378,1 + 1713,34 + 119\ 038 + 531,04 + 16\ 500 + 3630 + 3300 + 423,8 + 847,6 = 146\ 361,88$$

Таблиця 5.6 - Загальна таблиця витрат

Назва	Витрати на 100 кг продукту
Обладнання	499 092
Амортизаційні витрати	8318,2
Сировина	42 833,5
Допоміжні матеріали	119 038
Енергоресурси	531,04
Транспортно-торгівельні витрати	1713,34
Заробітна плата	16 500
Додаткова заробітна плата	3630
Загальновиробничі витрати	847,6
Виробнича собівартість	146 361,88

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Екологія виробництва косметичного крему на основі амарантової олії

Останнім часом все частіше постає питання екологічної ситуації навколишнього середовища та методів покращення його.

Виробництво **косметичного крему з амарантовою олею є екологічно-чистим та безпечним**, адже містить наступні переваги:

- природні інгредієнти (натуральна сировина);
- для довготривалого зберігання продукції застосовуються токоферолі, які виступають в якості антиоксидантів та консервант – лекогард, що відноситься до групи “зелених” консервантів;
- амарантова олія, що виступає головним компонентом рецептури отримана методом холодного пресування, через що не втратила свої фізико-хімічні властивості та не забруднена залишками розчинника;
- при виробництві крему не використовуються ароматичні сполуки, що виділяють хімічні пари в атмосферу, утворюючи озон. Для підсилення аромату продукту використовується олія волоського горіху, яка є цілком безпечним продуктом;
- біорозкладання згідно стандарту NATRUE;
- скляна тара. Основною тарою при фасуванні та зберіганні крему є скло. Скло з хімічної точки зору є інертним, забезпечує захист від потрапляння сонячних променів та надає можливість зберігати продукт з різними складовими;
- принцип REUSE, який пов’язаний з прийманням тари з під крему в повторне використання, що зменшує рівень витрат на допоміжні матеріали та рівень відходів, пробуджує споживчу активність.

6.2 Екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів

В процесі виробництва косметичного крему на основі амарантової олії не відбувається небезпечних викидів у навколишнє середовище, але не можна

виключати всіх чинників впливу і нижче наведемо основні проблеми косметичних засобів для екології.

6.2.1 Використання пластмасових виробів

Окрім скляних баночок, використовуються пластикові кришки, упаковка в виробництві косметичного крему. Доведено, що приблизно **65-70%** відходів йде від упаковки і в перерахунку на рік це становить **20 мільярдів одиниць щороку**. Упаковка для косметичного виробу відіграє важливу роль не тільки задля додаткового захисту продукту, а й в першу чергу це маркетинг та представлення бренду перед споживачами. Отримавши продукт, зазвичай упаковка викидається і залишається сам засіб у користування, тому існують підприємства, які не мають упаковок під продукцію та таким чином зменшують відходи в навколишнє середовище. Але й без неї зменшуються показники доходів з економічної точки зору[28].

На відміну від скла, яке можна використовувати повторно і переробляти, пластикові полімери не мають властивості до біологічного розкладання, проте вони зазнають процесу “фотодеградації”, при якому дані вироби розпадаються до мікроскопічних розмірів (5 мм), але полімерна структура зберігається. Процес триває близько 200-400 років, але показник може варіюватися від виду пластику та його розмірів.

Дана проблема забруднення пластмасовими виробами несе небезпеку для водойм. Проаналізувавши показники, ООН висунуло екологічну програму, в якій передбачається, якщо до 2050 року не зменшиться рівень відходів, це призведе до значної шкоди екосистемі. Тому задля збереження та покращення екологічної ситуації необхідно представляти товар не використовуючи упаковку, а наприклад при відправці клієнту пакувати її в крафтовий папір. Інший вихід - це створення конструкцій, яким властива переробка пластику чи повторне використання, застосовуючи високий ступінь очищення[31].

6.2.2 Витрати води. Водопідготовка.

Вода – природній та безпечний інгредієнт, вона є найбільш використовуваним ресурсом в виробництві косметичного крему. В перерахунку

на 100 кг цільового продукту йде 70 кг води, додатково холодна та гаряча вода надходить через патрубки задля процесів нагрівання та охолодження сорочки обладнання. В кінці робочої зміни відбувається очищення апаратів, прибирання лабораторії та виробництва, яке характеризується витратами води.

За показниками Організації Об'єднаних Націй, до 2050 року населення планети кількістю **52%** житиме з нестачею води[32].

Окрім даних показників, вода це ресурс від якого залежить якість продукції. Перед її застосуванням в технологічних стадіях, вона проходить контроль якості, адже в подальшому це впливає на фізико-хімічні та мікробіологічні результати досліджень крему. Значна кількість води містить домішки, що впливає не тільки на продукт, а й на термін роботи виробничого обладнання.

Парфумерно-косметичне виробництво має бути забезпечене схемою водопідготовки, яка складається з **наступних етапів очищення**:

1. Механічне очищення

До цієї групи належить **фільтрування**. В якості фільтрів використовують вугільні фільтри, які здатні видалити органічні та хлорорганічні домішки.

Використання магістральних фільтрів надають змогу подвійного очищення крупнодисперсних суспензій. Спочатку вода очищується від великих часток, іржі, а потім від бактерій та мікроорганізмів.

2. Фізико-хімічне очищення

Застосовують для очищення від колоїдних, дрібнодисперсних та розчинених речовин.

Одним з методів є **флотація**. Це метод видалення дрібнодисперсних і колоїдних сполук за рахунок утворення осаду в агломерати. За допомогою даного фізико-хімічного методу здійснюється висвітлення води. Як коагулянти використовують – $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, флокулянтами виступають активна сіліційова кислота, поліакриламід[28].

Очищення за допомогою активованого вугілля. Розчинені домішки вступають у молекулярну взаємодію з високорозвиненою поверхнею вугілля та

закріплюються на ній, що дає змогу очистити стічні води від газів та молекулярно-розчинних органічних речовин.

Розчинні неорганічні сполуки видаляють за допомогою іонних процесів – нейтралізація, дистиляція, комплексоутворення.

До хімічних відносять знезараження хлором, застосування сильних окиснювальних реагентів.

3. Фізичне очищення

Мембранний спосіб, що характеризується затриманням найдрібніших забруднюючих частинок через зворотньоосмотичну мембрану за рахунок тиску[28].

Ультрафіолетове випромінювання.

4. Біохімічне очищення (будівництво біоочисних споруд).

6.2.3 Заходи очищення атмосферного повітря

При виробництві крему на основі амарантової олії не відбувається шкідливих викидів в атмосферу, через відсутність у складі ароматичних сполук, як парфумерні композиції.

Очищення атмосферного повітря є важливою задачею, оскільки забруднення повітря несе шкідливі наслідки для здоров'я людей та навколишнього середовища.

Заходи для очищення атмосферного повітря:

1. Електростатичне фільтрування повітря

Цей метод базується на використанні іонів з негативним зарядом та електростатичного елементу, що запобігає забрудненню повітря, поширенню. Він полягає в розщеплення газу на молекули, а в подальшому на заряджені іони, тобто відбувається іонізація.

В основі лежать електростатичні фільтри, що можуть утримувати забруднення з розмірами частинок до 0,1 мкм. Застосовують різні види фільтрів, як пластинчастий, трубчастий; двозонні фільтри.

2. Термічна нейтралізація

Даний процес забезпечує окислення забруднюючих компонентів в газі з розкладанням їх на менш токсичні компоненти. Процес відбувається за високих температур.

Існує 3 схеми різновиду очищення:

- каталітичне спалювання;
- пряме спалювання;
- термічне окиснення.

3. Абсорбція

6.2.4 Контрольована утилізація сміття

Утилізація сміття також відіграє важливу роль в збереженні екології навколишнього середовища, адже це сприяє зменшенню площі сміття та зменшує витрати на сировину, тому що відбувається повторне використанні ресурсів або залишків продукції.

РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

Належна виробнича практика – сукупність вимог та норм для виробництва парфумерно-косметичних засобів, проведення контролю якості продукції. В даному документі чітко прописані вимоги та фактори, що впливають на організацію виробництва: територія, виробничі будівлі, складські приміщення, переносал, обладнання[29].

7.1 Вимоги безпеки до території виробництва

- Парфумерно-косметичне виробництво повинно мати санітарно-захисну зону;
- на території маршруту руху транспорту повинні бути розміщені дорожні знаки;
- зони небезпеки виробничого приміщення необхідно позначати відповідними знаками застороги;
- територія повинна утримуватись в чистоті, працівники мають дотримуватись правил та слідувати графіку систематичного прибирання, вивозу сміття;
- збирання і зберігання сміття забезпечувати в спеціальні водонепроникні контейнери;
- на території має бути виділена зона для вантажно-розвантажувальних робіт та помічена необхідними знаками.

7.2 Вимоги безпеки до виробничих будівель, зберігання сировини

- Улаштування виробничих приміщень повинно відповідати проектній документації, що забезпечує послідовність технологічних процесів, включаючи потоки сировини, продукції, тари;
- здійснювати експлуатацію об'єктів, гарантуючи безпеку для якості продукції;
- в виробничій дільниці необхідно передбачати централізоване транспортування сировини до робочих місць та обладнання;

- для збору та відбирання води повинна бути система каналізації. Злив стічних вод здійснюється закритим способом;
- ємності з сировиною для виробництва повинні мати написи з назвою речовини та її фізико-хімічні, пожежонебезпечні властивості;
- зберігання сипкої сировини має здійснюватися в обладнаних спорудах – бункерах.

Вимоги до проектування промислових підприємств:

- належні умови водопостачання, освітлення;
- наявність водопровідної системи та каналізації;
- асфальтоване тверде покриття для проїзду транспорту;
- дорожні знаки безпеки руху;
- теплопровідні стелі та стіни;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- ергономічні характеристики елементів на робочому місці.

В приміщенні повинно бути 2 види освітлення – природне та штучне, показник коефіцієнта освітленості (КЕО) становить **не нижче 1,5%**. Джерелом штучного світла є люмінесцентні лампи виду ЛБ.

Для запобігання поширення шуму та досягання оптимального рівня вібрацій у виробничих приміщеннях використовують шумопоглинальні засоби: важкозапалювані перфоровані плити, панелі, підвісні стелі. Максимальний коефіцієнт звукопоглинання – **31,5 – 8000 Гц[30]**.

При будівництві даних будівель обов'язково враховується об'єм приміщення для робітників, загальною умовою є **не менше 15 м³ об'єму** приміщення або 4,5 м² площі при мінімальній висоті 3,2 м на одну людину. Площа приміщень - **45,2 м²**. Основні проходи між дільницями мають наступні параметри: ширина – 1,5 м, ширина проїзду – 2,5 м. Ширина виходу з приміщення має показник 1 м, висота – 2,2 м.

7.3 Вимоги безпеки до організації робочих місць

- На виробництві парфумерно-косметичної продукції роботодавець має надати захисний одяг від небезпечної дії та впливу хімічних речовин;
- в виробничих приміщеннях має здійснюватися контроль параметрів робочої зони задля перевірки повітря на вміст шкідливих речовин, який не має перевищувати ГДК (гранично допустима концентрація);
- при обслуговуванні електричних приладів працівник повинен мати засоби електрозахисту;
- організація робочого місця повинна забезпечувати зручність регулювання та проведення виконуваної роботи;
- в виробничих приміщеннях з підвищеним рівнем вібрації та шуму, необхідне використання колективних засобів захисту як звукопоглинальні пристрої;
- в виробничих приміщеннях обов'язково мають бути розміщені інструкції з охорони праці;
- виробничі дільниці, лабораторії мають бути забезпечені місцевою припливно-витяжною вентиляцією;
- при виникненні аварійної ситуації негайно призупиняється технологічний процес та спрацьовує автоматичне відключення всіх пристроїв.

7.3 Вимоги безпеки до виробничого обладнання

- Все обладнання та їх система управління має відповідати вимогам технічних регламентів;
- при наявності несправностей виробничого устаткування призупиняється робота технологічної лінії;
- обладнання та трубопроводи, в яких здійснюється виділення тепла мають бути теплоізовані і їх температура не повинна перевищувати заданої межі ($T = 45^{\circ}C$);
- завантаження сировини, її переміщення та вивантаження повинно здійснюватися механізовано так само і очищення обладнання;

- все устаткування повинно бути забезпечене індивідуальними приводами;
- устаткування повинно бути захищене від впливу сторонніх чинників, як пил, рідини, дія емульсій;
- в виробничому приміщенні мають бути розміщені технологічні схеми розташування обладнання, трубопроводів. Напрямок руху технологічної лінії вказаний стрілкою;
- всі контрольно-вимірювальні пристрої, а саме вакуумметри, манометри, термометри повинні бути позначені строком перевірки;
- реактори-змішувачі, котли, технологічні ємності повинні бути облаштовані блокуванням кришки люка;
- фасувальні пристрої повинні мати функцію відведення повернених рідин у ємності.

ВИСНОВКИ

1. Було проаналізовано науково-технічну літературу стосовно загальної характеристики амарантової олії та економічної ситуації на українському ринку. Встановлено, що амарантова олія – цінний продукт, адже містить в своєму складі високий вміст сквалену (6000 мг) та 4 види токоферолу, де переважаючим є β -токоферол. Ці компоненти збагачують шкіру вологою та створюють потужний захисний бар'єр від сторонніх чинників; попереджають фотостарінню, завдяки високим антиоксидантним властивостям.

2. На основі аналізу основної сировини для виробництва кремів, були підібрані компоненти натурального походження, які поєднують властивості зволоження, живлення, регенерації шкіри. В якості консерванта виступає – лекогарт, що відноситься до групи “зелених” консервантів.

3. Розроблено технологію косметичного крему та експериментально отримано 3 зразки, де зразок №3 був наділений кращими органолептичними та фізико-хімічними властивостями, містив 12% амарантової олії.

4. Наведено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва крему, запропонований прискорений метод охолодження з використанням холодної води за температури 8 °С.

5. Прораховано матеріальний баланс, який показав, що з урахуванням витрат можна отримати 96,58/100 кг крему з амарантовою олією.

6. Стосовно економічної ефективності, то виробнича собівартість підприємства дорівнює 146 361,88 грн, а вартість однієї баночки крему складає 65 грн.

7. Наведено екологію виробництва крему, переваги натуральної сировини та безпечний вплив на навколишнє середовище. Запропоновані заходи покращення ситуації стічних вод та атмосферного повітря.

8. Наведені заходи охорони праці та вимоги безпеки до виробництва згідно Належної виробничої практики (GMP).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Желєзньов А.В. Амарант: хліб, видовище, ліки. 2005. №6. С.12
2. Фесун Т.П. Олійно-жирова промисловість: традиції та інновації : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2019. 185 с.
3. Кононков П. Ф. Амарант перспективна культура ХХІ століття / П.Ф. Кононков, В.К. Гінс, М.С. Гінс. – М.: Вид-во РУДН, 1999. – 297 с
4. Амарант: біологія вирощування, перспективи використання, селекція: монографія / Гопцій Т.І. Держ. аграр. ун-т. Харків, 1999. 273 с.
5. Manuel Soriano-García. Isabel Saraid Aguirre-Díaz. Nutritional Functional Value and Therapeutic Utilization of Amaranth. – National Autonomous University of Mexico, 2019. 20 с.
6. Amaranth Seed Oil Composition. Department of Food Science and Technology/ Parisa Nasirpour-Tabrizi and oth. Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran, 2020. 8 с.
7. Chemical and mineral composition of amaranth (*Amaranthus L.*) Species Collected from Central Malawi. / Kachiguma, N.K and oth. J. Food Res. 2015. №4. С. 92–102.
8. Осейко М.І. Технологія рослинних олій : навч. посіб. Київ : Варта, 2006. 280 с.
9. Перспективи використання продуктів комплексної переробки амаранту : навч. посіб. / В.І. Гноєвий та ін. Харків, 2005. 692 с.
10. Технологія парфумерно-косметичних продуктів : навч. посіб. / Л.В. Пешук та ін. Київ. 2007. 376 с.
11. Cameron, N.R. and D.C. Sherrington. High internal phase emulsions structures, properties and use in polymer preparation, Adv. Polym. Sci. 1996, 163-214 p.
12. Phospholipids in Cosmetic Carriers [Електронний ресурс] URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16573-4_6 (дата звернення 27.12.2023 р)
13. Emulsifier [Електронний ресурс] URL: <https://www.venus-go.com/Emulsification-Emulsifier.php> (дата звернення 25.12.2023 р)

14. How to adjust the pH of your cosmetic products [Електронний ресурс] URL: <https://skinchakra.eu/blog/archives/497-How-to-adjust-the-pH-of-your-cosmetic-products.html> (дата звернення 25.12.2023 р)
15. Preservatives in cosmetics [Електронний ресурс] URL: <https://bansaltrading.com/preservatives-in-cosmetics> (дата звернення 25.12.2023 р)
16. Antioxidants-in-cosmetics [Електронний ресурс] URL: <https://formulabotanica.com/antioxidants-in-cosmetics/> (дата звернення 25.12.2023 р)
17. Hussain H., Al-Harrasi A., Green I.R. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Elsevier. Amsterdam, 2016. Frankincense (Boswellia) Oils; 431–440 с.
18. Cosmetic Colorants [Електронний ресурс] URL: <https://nyscc.org/blog/cosmetic-colorants/> (дата звернення 25.12.2023 р)
19. Пилипенко Т.М., Годлевська М.Ю., Нікора О.В. Фізико-хімічний аналіз композицій косметичних систем / зб. тез доповідей. Київ, 2016. 255 с.
20. Kirk Othmer. Chemical technology of cosmetics. Canada, 2013. 835 р.
21. The step-by-step process of cosmetics manufacturing – where to begin [Електронний ресурс] URL: <https://unilogo.com.pl/en/blog/the-step-by-step-process-of-cosmetics-manufacturing-where-to-begin/> (дата звернення 25.12.20203 р)
22. Технологічні аспекти виробництва косметичних емульсій і кремів : навч. посіб. / Н.А.Ткаченко та ін. Одеса, 2018. 151 с.
23. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології : монографія / Макаренко О.Г. та ін.; Нац. ун-т харч. технол. Київ, 2015. 21 с.
24. Малежик І. Ф. Процеси і апарати харчових виробництв : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2012. 543 с.
25. ДСТУ 5009:2008. Вироби парфумерно-косметичні. Правила прийому, відбору проб, методи органолептичних досліджень. Київ. 2009. 30 с.
26. Герасимчук В.Г. Економіка та організація виробництва : навч. посіб. Київ : Знання, 2007. 678 с.

27. Бойчик І.М. Економіка підприємства: навч. посіб. Київ : Кондор, 2016. 378 с.
28. Іванов С.В, Манчук Н.М., Борсук П.С. Загальна хімічна технологія: промислові хіміко-технологічні процеси: навч. посіб. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту “НАУ-друк”, 2010. 280 с.
29. Продан Ю.В. Правила охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції [Електронний ресурс] // Міністерство юстиції України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення 02.01.2024).
30. СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020. Лікарські засоби. Належна виробнича практика. Київ, 2020. 356 с.
31. Костенко Д. О. Екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів. Нац. техн. ун-т Харків. 2020. 118-120 с.
32. Хилько М.І. Екологічна безпека України : навч. посіб. Київ, 2017. 267 с.