

**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)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« ___ » лютого 2024 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ Тамара НОСЕНКО

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« ___ » лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІНА 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: Технологія емульсійного крему з використанням масла Ши

Виконала: здобувачка 2 курсу, групи ЗХТ-2-1М

ГАНУЩАК Валерія Іванівна

(ПРІЗВИЩЕ. ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: БІЛА Галина Миколаївна

(ПРІЗВИЩЕ. ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент МАКАРЕНКО Олександр

(ПРІЗВИЩЕ Ім'я)

_____ (підпис)

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

Здобувач(ка) _____ Валерія ГАНУЩАК
(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

“ 06 ” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ганущак Валерії Іванівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Технологія емульсійного крему з використанням масла Ши

Technology of emulsion cream using shea butter

керівник роботи Біла Галина Миколаїна, к.х.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 06.11. 2023 року № № 907-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: потужність виробництва 100 кг

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 06.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	06.11.2023 р.	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	06.11.2023-09.11.2023 р.	
3	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2023-17.11.2023 р.	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18.11.2023-29.11.2023 р.	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30.11.2023-07.12.2023 р.	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2023-15.12.2023 р.	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2023-21.12.2023 р.	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2023-29.12.2023 р.	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2023-05.01.2024 р.	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	06.11.2023-07.01.2024 р.	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-18.11.2023 р.	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-09.01.2024 р.	
13	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ТЕХНІЧНИЙ ПРЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ З КОМПАНОВКОЮ ОБЛАДНАННЯ	10.11.2023-10.01.2024 р.	
14	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2024-31.01.2024 р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Валерія ГАНУЩАК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Галина БІЛА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Ганущак В.І. Технологія емульсійного крему з використанням масла Ши

Пояснювальна записка: 108 с., 17 рис., 23 табл., 66 літературних джерел.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А-4.

Кваліфікаційна робота присвячена технології емульсійного крему з маслом Ши.

В роботі наведено аналіз ринку косметичних товарів, загальну характеристику кремів та вимоги нормативної документації на сировину і готову косметичну продукцію.

Обґрунтовано актуальність виробництва даної групи косметичних засобів. Проведено техніко-економічні розрахунки та проаналізовано стан сировинної бази. Розраховано потреби у сировині, капітальні витрати на організацію виробництва, витрати на енергоресурси підприємства та встановлено ціну за одну одиницю продукту. Розраховано калькуляцію собівартості емульсійного крему та прибуток підприємства.

Запропоновано заходи з охорони праці та навколишнього середовища на виробництві.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕМУЛЬСІЙНИЙ КРЕМ, РЕЦЕПТУРА, ГІДРОФІЛЬНО-ЛІПОФІЛЬНИЙ БАЛАНС, ЕМУЛЬГАТОР, МАСЛО ШИ, ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

ABSTRACT

Hanushchak V.I. Technology of emulsion cream using shea butter

Explanatory note: 108 pp., 17 figures, 23 tables, 66 literary sources.

Graphic material: 2 drawings of A-4 format.

The qualification work is devoted to the technology of emulsion cream with shea butter.

The work provides an analysis of the market of cosmetic products, the general characteristics of creams and the requirements of regulatory documentation for raw materials and finished cosmetic products.

The relevance of the production of this group of cosmetics is substantiated. Technical and economic calculations were carried out and the state of the raw material base was analyzed. Raw material requirements, capital costs for production organization, energy costs of the enterprise were calculated and the price for one product unit was determined. The cost calculation of emulsion cream and the profit of the enterprise were calculated.

Measures for occupational and environmental protection in production are proposed.

KEY WORDS: EMULSION CREAM, RECIPE, HYDROPHILIC-LIPOPILIC BALANCE, EMULSIFIER, SHEA BUTTER, ORGANOLETTIC AND PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS.

ЗМІСТ

	Стор	
ВСТУП	8	
Розділ 1	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1	Історія, класифікація масла Ши	10
1.2	Аналіз ринку емульсійних кремів	11
1.3	Загальна характеристика масла Ши	14
1.4	Хімізм процесу емульсійного крему	15
1.5	Аналіз рецептур емульсійних кремів	19
1.6	Аналіз існуючих технологій виробництва емульсійного крему	21
1.7	Сфери застосування емульсійних кремів	24
1.8	Обґрунтування напряму досліджень	26
Розділ 2	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1	Об'єкти дослідження емульсійного крему з маслом Ши	30
2.2	Методи та методика дослідження емульсійного крему та масла Ши	32
Розділ 3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	43
3.1	Розрахунок математичної моделі дослідження	43
3.2	Визначення органолептичних властивостей емульсійного крему	47
3.3	Визначення фізико-хімічних властивостей	54

	емульсійного крему	
Розділ 4	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	56
	4.1 Розроблення принципової схеми виробництва емульсійного крему з маслом Ши	56
	4.2 Розрахунок матеріального балансу емульсійного крему з маслом Ши	57
	4.3 Підбір технологічного обладнання для виробництва емульсійного крему	60
	4.4 Розрахунок площ виробничих приміщень виробництва емульсійного крему	64
	4.5 Контроль якості емульсійного крему з маслом Ши	65
Розділ 5	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	70
Розділ 6	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	77
	6.1 Екологічна безпека запропонованого виробництва	77
	6.2 Вплив виробництва на навколишнє середовище	80
	6.3 Заходи з охорони атмосферного повітря, очистка перед викидом в атмосферу (від забруднення)	82
	6.4 Очистка стічних вод перед скидом у водойми	84
Розділ 7	ОХОРОНА ПРАЦІ	88
	ВИСНОВКИ	100
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	101

ВСТУП

Актуальність роботи. Сьогодні в нашій країні косметичні креми стали частиною споживчих потреб кожної родини. Бажання мати красиву шкіру та волосся є природним, і тому косметична промисловість спрямована на задоволення цієї естетичної потреби.

Ринок косметичної продукції, котрий постійно розвивається, вимагає від виробників нових і оригінальних рішень, спрямованих на високу якість продукції, поліпшення споживчих властивостей, оригінальний зовнішній вигляд і доступну ціну. Тому наразі дуже актуальним є технологія емульсійного крему з маслом Ши.

Метою роботи є технологія виробництва косметичного засобу, а також підбір головного обладнання за техніко-економічними розрахунками.

Об'єктом дослідження є технологія емульсійного косметичного крему з використанням масла Ши.

Предметом дослідження є емульсійний крем, що містить масла Ши.

Завдання проекту полягають в наступному:

- опрацювання літературних джерел, які містять інформацію щодо споживчого ринку кремів, асортименту, класифікації емульсійних кремів;
- вибір об'єктів та методів досліджень;
- проведення експериментальної частини з виробництва емульсійного крему з маслом Ши;
- провести аналіз технологій та технологічних схем виробництва емульсійних косметичних засобів;
- вибори та обґрунтування технологічного процесу і режимів виробництва.
- охорона навколишнього середовища;
- охорона праці при виробництві емульсійного крему з маслом Ши.

Наукова новизна – емульсійні креми використовуються давно і перевага в них перед жировими, зазвичай емульсійний крем має кращу здатність до перенесення активних компонентів в глибокі шари шкіри. Це

означає, що корисні речовини, можуть бути краще всмоктуватися шкірою і надавати більший ефект. Для того щоб покращити основу емульсійного крему запропоновано використати масла Ши, яка має ряд переваг, жирні кислоти, вітаміни та антиоксиданти, які мають властивості зволожувати, пом'якшувати та живити шкіру.

Було запропоновано таку технологію емульсійного крему з додаванням корисних елементів масла Ши.

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

Апробація результатів

1. Валерія Ганущак, Галина Біла Про деякі зволожуючі ефекти емульсійного крему з олією Ши. Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. – К.: НУХТ, 2023 р. – Ч.2. – 341 с.– С. 238.

2. Ганущак В.І., Біла Г.М., Антрапцева Н.М. Про аналіз деяких аспектів технологічного процесу отримання емульсійних кремів. Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумернокосметичної галузей промисловості: Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Хмельницький, ХНТУ, 2023. – 137 с. (Херсон)– С. 39-40.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія, класифікація масла Ши .

Масло Ши – рослинний баттер, добувають його з насіння дерева ши. Масло ши тверде, має приємний ніжний горіховий аромат. Колір буває від білого до кремового. Консистенція масла Ши за кімнатної температури подібна до консистенції теплого масла [3].

Дата першого використання масла Ши людиною та торгівлі ним є складним завданням і може бути предметом дискусій в академічній спільноті. Початок торгівлі масла Ши можна відстежити в давньоєгипетській торгівлі під час правління короля Меренре, приблизно за 4300 років до н.е. із землі Ям або Пунт. Пов'язано це з тим, що ці ділянки скоріш за все були на території сучасного Південного Судану та Уганди, у напрямку до витоків річки Ніл, або в Чаді. Транспорт міг проходити вздовж стародавніх караванних шляхів між озером Чад і долиною Нілу, як припускає напис приблизно 4000 року до нашої ери, у якому згадується Ментухотеп II, помічений у Джебель Увейнаті на так званій стежці Абу Баллас. Цілком ймовірно, що територіальна межа масла ши була північнішою під час більш вологого періоду середини голоцену, парки дерев ши зараз поширені по всіх країнах. Окрім того, дерево Ши – вважається що це єдине дерево, що було імпортоване стародавніми єгиптянами з південних країн та використовувалося для виготовлення статуєток тринадцятого століття, яке насправді ідентифікувалося як у фігурках королеви Яхмоса-Нефертарі, так і леді Туйї, зараз зберігається в Луврі. Крім того, газовий хромато-мас-спектрометричний аналіз волосся з давньоєгипетських мумій (2600–3500 років до н. е.) показав використання гелю, з великою кількістю стеаринової кислоти (18:0), що говорить про можливість, що масло Ши могло використовуватися в даний період часу [4].

Як рослинний жир, масло Ши має склад приблизно з 90% або більше з тригліцеридів і невеликої кількості неомилуваної фракції. Тригліцериди відповідають за пом'якшуючі властивості масла Ши, тоді як неомилувана фракція має біологічно активні речовини, які включають вуглеводні, токофероли, стерини та спирти, що відповідає за лікувальні особливості масла Ши [5].

1.2. Аналіз ринку емульсійних кремів.

Косметика займає велику частину ринку непродовольчих товарів. Сьогодні практично в кожному місті є хоча б одна відома компанія, що експортує та виробляє косметику до інших країн. За останній час з'явилася велика кількість косметики різного призначення та якості, що підвищило конкуренцію на ринках.

Однією з поширених груп косметичних засобів є креми. Вони відрізняються від інших товарів своїм хімічним складом, а також властивостями [6].

Сучасний український ринок косметичних кремів складається із таких сегментів:

- 1) еліта – категорія класу «люкс», що включає в себе продукцію популярного товарного знаку, виділеного в бренд із маси подібних йому;
- 2) middle-up – так звана «золота середина»;
- 3) мас-маркет – продукція середнього класу [6].

Відповідно до Державного стандарту України 2472–94 Продукція парфумерно-косметичної промисловості «Терміни і визначення» косметичний крем – це засіб по догляду за обличчям та тілом у вигляді мазеподібної маси з додаванням активнодіючих речовин [7].

На ринку України та за її межами представлені наступні види кремів:

- Креми поділяються за складом:
 - жирові (креми основою яких є жирова частина);

- емульсійні (креми які утворюються завдяки водній та жировій частині);
 - суспензійні (креми які утворюються завдяки дисперсійного середовища та твердої дисперсної фази);
 - комбіновані (суспензійні креми в яких основою використовуються емульсії);
 - безжирові – (креми, що не містять у своїй частині жирів).
- Також креми поділяються за призначенням:
 - Лікувальні (засоби, що використовуються для лікування шкірних захворювань);
 - Профілактичні (засоби, що використовуються для відновлення шкіри);
 - Гігієнічні (засоби повсякденного використання);
 - Декоративні (засоби використання для покращення краси)[24].

Косметичні засоби з емульсійною основою найбільш розповсюджені на косметичному ринку [9], які важливі причини вони мають:

- косметичні засоби легко проходять шари шкіри, мають м'яку текстуру;
- такі засоби можуть містити як жиророзчинні, так і водорозчинні біологічно активні речовини (БАР), що збільшує ефективність засобу;
- можливість утворення препаратів різної консистенції (від рідкої до напівтвердої консистенції);
- мають здатністю легко видавлюватися з туб чи флакону.

Як підсумок, косметичні креми, що містять жирову та водну частину мають назву емульсійних. Косметичні креми на основі емульсій м/в добре працюють з нормальною та жирною шкірою, на основі в/м використовується при сухій шкірі. Креми які утворюються з поєднання водної та жирової фази мають деякі переваги перед жировими кремами. Додавання води до жирових складових надає крему білий колір і легку консистенцію, посилює еластичність крему і його заморожуючі властивості. Сяйво, що з'являється на

шкірі після поглинання водомістких кремів менше, ніж після поглинання кремів в яких немає водної частини, а поглинання жирових речовин, здатних поглинатись шкірою, прямо пропорційна вмісту води. Усі креми з водною частиною мають гарний вигляд, ввжаються більше еластичними засобами, легко наносяться, в порівнянні з кремами в яких немає водної основи; емульгування їх не так залежить від температурних змін. Компанії косметичних засобів у виробництві кремів віддають перевагу основі «масло у воді», іншими словами прямим емульсіям. Сьогодні емульсійні креми є найбільш поширеними на косметичному ринку, що спричинено високою ефективністю і рентабельністю цієї групи косметичних виробів [6].

Характерні ознаки впливу емульсійних кремів зумовлені на сам перед [9, 11]:

– Фізіологічне обґрунтування використання емульсій як основи для косметичних засобів умовлене структурними та функціональними особливостями шкіри. [10];

– Емульсії, раціональне поєднання води та жирів, забезпечують багато важливих функцій для шкіри та організму в цілому. Водно-масляні системи, які за своєю природою та складом подібні до природних компонентів шкіри, здатні позитивно впливати на процеси, що відбуваються в структурі шкіри[12, 13].

Незважаючи на знижений вміст жиру, рідкі емульсії не менш ефективні, ніж креми з високим вмістом жиру або жироподібних речовин, у пом'якшенні шкіри. Це пояснюється тим, що шкіра може поглинати дуже малу кількість жиру, і продуктів, що містять 4–7% жиру і жироподібних речовин, достатньо для пом'якшення і "живлення" шкіри. Враховуючи також, що жирові молекули в емульсіях дуже малі і можуть легко проникати в пори і міжклітинні простори шкіри, зрозуміло, що емульсійні креми мають перевагу над кремами на основі чистого жиру[9].

Таким чином, прямі емульсії, в тому числі з низьким вмістом олійної фази, є одними з найважливіших продуктів у косметичній промисловості.

1.3. Загальна характеристика масла Ши .

Колір. Колір зразків масла Ши варіюється від білувато-жовтого до жовтого.

Аромат. Масло Ши має характерний маслянистий і горіховий аромат. Також може мати приємний шоколадний запах.

Текстура. Текстура масла Ши схожа на комерційні масла для тіла та вазелін. При кімнатній температурі масло Ши тверде, тому початкове відчуття, коли ви берете трохи масла Ши кінчиками пальців, не таке гладке, як у випадку з кремами або лосьйонами. Однак після нанесення на шкіру масло Ши тане, перетворюючись на приємну кремову текстуру [14].

Фізико-хімічні показники:

- ✓ Відносна щільність (40° C): 0,885 – 0,925;
- ✓ Показник заломлення: 1,455 – 1,465;
- ✓ Кислотне число: макс. 1;
- ✓ Йодне число: 53 – 73;
- ✓ Число омилення: 178 – 190;
- ✓ Температура плавлення: 34–42° C;
- ✓ Індекс Ловибунда 5 1/4" макс. 20 г/3 р [15].

Санітарно-гігієнічні показники:

- ✓ Кількість аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУ О/г, не більше ніж – 500;
- ✓ Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), у 1 г – не допустимо;
- ✓ Коагулазопозитивні *Stafilococcus*, у 1 г – не допустимо;
- ✓ Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Salmonella*, у 25 г – не допустимо;
- ✓ Дріжджі, КУ О/г – не допустимо;
- ✓ Плісняві гриби, КУ О/г, не більше ніж – 100 [15].

1.4. Хімізм процесу емульсійного крему.

У найпростішій формі емульсія – це суміш двох не змішуваних рідин (зазвичай органічної олії та води), причому одна рідина (дисперсна фаза) диспергована в іншій (безперервній фазі) у вигляді дрібних крапельок. Емульсії також містять емульгатори-речовини, сконцентровані на межі розділу фаз для зменшення між фазного натягу. Емульгатори зменшують енергію, необхідну для розбиття дисперсної фази на краплі, і запобігають коалесценції крапель, утворюючи сили відштовхування або фізичні бар'єри між краплями[16].

Емульсії, утворені диспергуванням рідини, що не змішується з водою, у водну фазу, називаються емульсіями типу "олія у воді"(o/v), тоді як емульсії з краплями води, диспергованими в суцільній масляній фазі, називаються емульсіями типу "вода в олії"(v/o). Більш складні "потрійні" емульсії містять невеликі краплі безперервної фази в диспергованих краплях. Потрійні емульсії з водою, диспергованою в краплях олії, диспергованих у воді, називаються емульсіями вода в олії у воді (v/o/v), а менш поширена зворотна ситуація – емульсіями олія у воді в олії (o/v/o) (рис. 1.1) [16].

Приклади формування емульсій

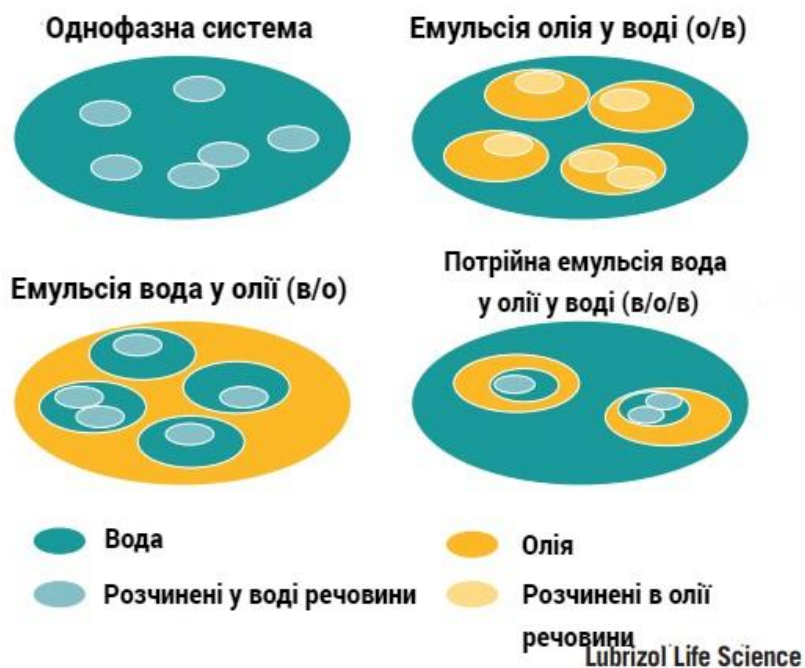


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення типів емульсій [16]

Хоча більшість емульсій містять краплі із середнім діаметром понад 1 мкм, міні емульсії та наноемульсії можуть утворюватися з розмірами крапель у діапазоні 100-500 нм, а при правильному підборі складу можна приготувати дуже стабільні мікроемульсії з краплями розміром у кілька нанометрів. Емульсії Пікерінга – це емульсії, стабілізовані ультра дисперсними твердими частинками, а не молекулярними емульгаторами. Стабілізовані частинки підібрані або розроблені таким чином, щоб мати кут контакту з водою близько 90° і змочувати тверду і дисперсну фази. Таким чином, вони залишаються на межі розділу крапель і діють як бар'єр для злиття крапель.

Емульгування. Зміна вільної енергії Гіббса ΔG , при утворенні емульсії двох об'ємних рідин визначається відомим рівнянням: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, де ΔH – зміна ентальпії, T – температура, і ΔS – зміна ентропії.

Це означає, що емульгування рідко є спонтанним процесом і тому вимагає затрат енергії. Ця енергія зазвичай надходить від механічного зсуву, що забезпечується різними типами мішалок, і кінцевий розмір крапель емульсії залежить не тільки від хімічного складу, але і від кількості прикладеної енергії. Якщо необхідний розмір крапель перевищує ~10 мкм, підійде проста лопатева мішалка, але, як правило, для отримання менших крапель потрібна більша сила зсуву. Зазвичай використовують роторно-статорні змішувачі з високим зсувом[16].

Ультразвукові пристрої можуть бути використані для отримання ще менших нанорозмірних крапель у невеликих масштабах, але зазвичай вони не є практичними для масштабування. Гомогенізатори високого тиску легко масштабуються і також можуть виробляти емульсії, що містять нанорозмірні краплі. Фази емульсії закачуються разом під високим тиском в невеликий об'єм або невеликий отвір (камеру взаємодії), де тиск в десятки тисяч разів вищий і генеруються дуже високі сили зсуву.

Емульсії готують шляхом додавання однієї фази до іншої, де одна або обидві фази містять емульгатори і застосовують зсув. Одна або обидві фази можуть бути нагріті перед змішуванням для сприяння емульгуванню. Фази

змішують до тих пір, поки середній розмір крапель не буде відповідати специфікаціям. У суспензійних мішалках це просто питання часу, але в гомогенізаторах високого тиску кожна частина суміші змішується лише протягом короткого часу при проходженні через камеру взаємодії, тому продукт початкового етапу емульгування після збору може бути повторно поданий через машину до тих пір, поки не буде досягнутий бажаний розмір. Часто для отримання крапель потрібного розміру потрібно кілька проходів.

Стабілізація. Другим наслідком позитивної зміни вільної енергії емульгування є те, що більшість емульсій є термодинамічно нестабільними. Для приготування емульсій зі стабільним терміном зберігання необхідно підібрати відповідні емульгатори і додати полімерні стабілізатори.

Найпоширенішими емульгаторами та стабілізаторами емульсій є амфифільні молекули з полярними групами, гідрофільними групами, приєднаними до неполярних груп, та гідрофобними групами[16]. Вони можуть бути аніонними (наприклад, алкілсульфати, сульфати, фосфати, солі жирних кислот), катіонними (наприклад, четвертинні солі алкіл амонію) або неіонними (наприклад, полісорбати). Це відносно невеликі молекули, які концентруються на межі розділу нафта – вода і запобігають стіканню крапель. Аніонні та катіонні емульгатори запобігають злиттю крапель, надаючи крапля електростатичний заряд і відштовхуючи їх від зближення. Неіоногенні емульгатори створюють фізичний бар'єр проти злиття крапель. Високо молекулярні полімери, розчинені в безперервній фазі, також допомагають стабілізувати краплі проти коалесценції, як і неіонні емульгатори.

Мікроемульсії є особливим випадком, оскільки вони містять велику кількість емульгаторів і часто коемульгаторів (зазвичай більше 10 мас.% рецептури), так що між фазний натяг між дисперсною і суцільною фазами майже дорівнює нулю. Це означає, що $T\Delta S > \Delta H$ і $\Delta G < 0$, тому вони спонтанно утворюються і є термодинамічно стабільні.

Якщо розчинність дисперсної фази обмежена, матеріал у твердій фазі може дифундувати від малих крапель до великих крапель. Ці більші краплі мають тенденцію до зростання за рахунок менших крапель, і середній розмір крапель збільшується з часом. Цьому процесу, відомому як дозрівання за Оствальдом, можна запобігти, якщо розчинити розчинник у дисперсній фазі, який є повністю нерозчинним у суцільній фазі, перед емульгуванням. Це пов'язано з тим, що втрата рідини дисперсної фази з дрібних крапель в наслідок дозрівання за Оствальдом збільшує хімічний потенціал розчиненої речовини в дрібних краплях, змушуючи матеріал дисперсної фази дифундувати назад в дрібні краплі.

Гравітаційне осідання крапель відбувається, коли густини двох фаз емульсії не рівні, а в'язкість емульсії досить низька, щоб забезпечити рух крапель. Щоб запобігти розшаруванню фаз, коли щільність фази не може бути змінена, зазвичай розчиняють згущувач у безперервній фазі або підвищують в'язкість емульсії за рахунок збільшення об'ємної частки дисперсної фази, так що сама молекула стає більш в'язкою. Упакування монодисперсних не де формівних сфер у трьох вимірах дає теоретичний максимум 74% об'єму дисперсною фазою. У спеціально розроблених емульсіях з високим вмістом внутрішньої фази (НІРЕ) на дисперсну фазу припадає понад 74% об'єму, що є прийнятним завдяки широкому розподілу крапель за розмірами, стабільним поверхням розділу фаз і високій деформаційній здатності крапель НІРЕ мають високу в'язкість і нелегко розділяються під дією сили тяжіння.

Стабільність емульсій "олія/вода", стабілізованих зарядженими емульгаторами, залежить від концентрації електроліту. Як і багато інших колоїдних систем, емульсії дестабілізуються при високих концентраціях електроліту, особливо з полівалентними іонами, і спостерігається агрегація і коалесценція крапель. Використання неіоногенних емульгаторів і полімерних стабілізаторів разом із зарядженими емульгаторами або замість них значно покращує стабільність емульсій у присутності солей. Це пов'язано з

дестабілізацією, яка відбувається в наслідок зменшення електростатичного відштовхування між зарядженими краплями, утвореними іонним емульгатором [16].

1.5. Аналіз рецептур емульсійних кремів.

Емульсії – це метастабільні колоїди, що складаються з двох незмішуваних рідин, одна з яких диспергована в інот тьбь

ій у присутності поверхнево-активної речовини. Емульсії отримують шляхом змішування двох не змішуваних рідин. Емульсія термодинамічна нестабільна і знову розділяється на масляну і водну фази, поки не буде кінетично стабілізована третім компонентом – емульгатором. Термін зберігання емульсій досить тривалий (більше одного року), що робить їх придатними для різноманітних комерційних застосувань [17, 18].

Відповідно до закону Банкрофта, суцільне дисперсійне середовище є фазою, в якій емульгатор розчиняється найкраще. Якщо емульгатор не використовується або якщо емульсія має однакову спорідненість як до ліофільного, так і до гідрофільного середовища, то тип емульсії що утворюється в основному визначається співвідношенням об'ємів фаз. Об'ємне співвідношення фаз – це співвідношення об'ємів дисперсної фази і дисперсійного середовища. Зазвичай дисперсною фазою є фаза з найменшим об'ємним співвідношенням.

Розрізняють три типи емульсій:

1) *Олія у воді, або о/в.* У цьому випадку олія є дисперсною фазою, а вода – дисперсійним середовищем. Системи типу м/в мають охолоджуючий ефект завдяки високому вмісту в ній вільної води. Вони також легко вбираються в шкіру, швидко поглинаються і зазвичай не залишають жирного блиску після вмивання. Для тривалого використання, особливо на сухій шкірі, емульсії типу «олія у воді» не підходять. Це пов'язано з тим що емульсії типу "олія у воді" продовжують стимулювати трансепідермальну

втрату води через швидке випаровування, сприяючи тим самим сухості шкіри[19].

2) *Вода в олії (скорочено в/о)*. В емульсіях «вода в олії» дисперсійна фаза(або зовнішня суцільна фаза) складається з олійних компонентів, а дисперсна фаза – з води. Через свою ліпофільну зовнішню фазу вода в олії є жирними навіть при високому вмісті води і в основному використовуються для сухої шкіри. При нанесенні на шкірі диспергована вода вивільняється у шкіру. Тонка жирова плівка частково поглинається поверхнею шкіри і верхнім шаром рогового шару, частково запобігаючи непомітному випаровуванню і таким чином спрямовуючи потік вологи в середину шкіри. Однак додана вода може створювати пори, які перешкоджають надмірному накопиченню тепла [19, 20].

3) *Змішані емульсії, де одночасно присутні як о/в і в/о*. Емульсії типу (В–О–В) мають високу косметичну привабливість і широкий спектр дії. Найбільшою перевагою є поєднання емульсій типу (В–О) і типу (О–В) в одному продукті: бар'єрний захист шкіри і тривале зволоження з приємним легким відчуттям на шкірі. Одразу після нанесення зовнішня водна фаза миттєво зволожує верхні шари шкіри. Одночасно з цим на шкірі лягає утворюється захисна плівка з масляних крапель, та вивільняється з них водна фаза [19, 20, 21].

При базовому виборі типу емульсії особливу увагу слід приділяти фізіологічній функції шкіри, а також функції носія активної речовини:

- вплив на бар'єр рогового шару з точки зору еластичності, гладкості та стійкості дії;
- зволожуючий ефект завдяки зменшенню транс епідермальної втрати води;
- ефект «згущення» за рахунок здатності ліпідів проникати в міжклітинні простори рогового шару і часу перебування на шкірі; охолоджуючий ефект (особливо, гідрофільних основ) [19].

1.6. Аналіз існуючих технологій виробництва емульсійного крему.

Технологічна схема виробництва емульсійного крему представлена на рис. 1.2. [22]. У підготовчому відділенні цеху суміш ланоліну, бджолиного воску та емульгатору розтоплюють та зважують і по трубопроводу А в котел 9, обладнаний пропелерною мішалкою та сорочкою для обігріву маси.

Жирову суміш ретельно перемішують і нагрівають до $70\text{--}75^\circ\text{C}$. У розтоплену масу з мірника 1 додають гарячу воду температурою $70\text{--}75^\circ\text{C}$. Масло подають по трубопроводу В через мірник 2. Емульгування відбувається при температурі $70\text{--}75^\circ\text{C}$ протягом 10–15 хв.. Готову емульсія насосом 8 подається в охолоджувальний котел 7. Охолодження емульсії відбувається при перемішуванні в охолоджувальному котлі 7, який обладнаний водяною сорочкою, рамною мішалкою і скребковим механізмом. Охолодження здійснюється без охолоджувальної води в сорочці перші 20–25 хв, після чого в сорочку подається холодна вода для прискорення охолодження;. При температурі $40\text{--}45^\circ\text{C}$ в емульсію додаються ефірні олії, вітаміни і консерванти. Охолодження продовжують до $30\text{--}32^\circ\text{C}$. Для покращення однорідності, пластичності, консистенції та зовнішнього вигляду крему його перекачують насосом 6 в бункер 5 над вальцевою машиною 4 для пластичної (механічної) обробки.

Процес емульгування та охолодження дозволяє досягти лише грубого емульгування, а таке емульгування призводить до недостатньої фрагментації водних кульок. Більш тонкого емульгування можна досягти шляхом пластичній обробки крему у вальцевій машині, де валки нагріваються до $40\text{--}45^\circ\text{C}$. Емульгування помітно покращується, коли масу крему при температурі $30\text{--}34^\circ\text{C}$ двічі пропускають через вальцеву машину, а структуру крему можна легко спостерігати, розглядаючи мазок крему під мікроскопом. Під час вальцювання водяні частинки (кульки) стають меншими. В результаті вальцювання кремova маса стає більш білішою, в'язкою та значно змінюється структура крему.

Готовий крем потрапляє у вакуум-збірник 3 і передається по трубопроводу Д на пакування після отримання позитивного аналізу в лабораторії [22].



Рисунок 1.2. – Принципова схема виробництва емульсійних кремів [22]

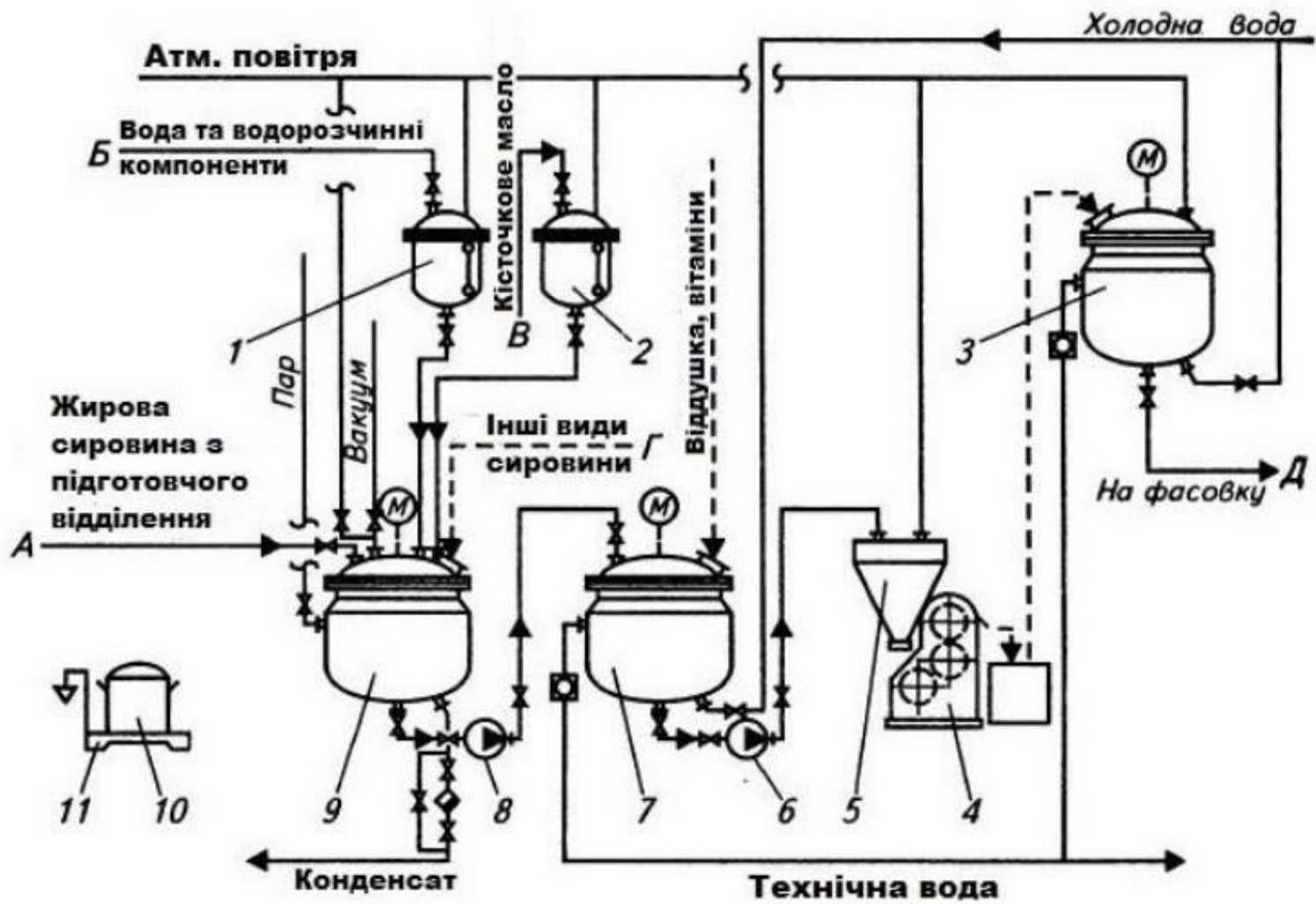


Рисунок 1.3 – Апаратурно-технологічна схема отримання емульсійних кремів типу олія-вода [22]

1.7. Сфери застосування емульсійних кремів.

Емульсійні системи складають основу більшості видів косметики включаючи креми, лосьйони, аерозолі (муси), бальзами, декоративну косметику. Таким чином, найбільш численною, типовою і у всіх відношеннях (фізіологічних і технологічних) є група емульсійних косметичних засобів у вигляді кремів. Це пояснюється тим, що засоби для догляду за шкірою є традиційною косметикою, і можуть задовольнити багато вимог споживачів, а саме:

- ✓ їх можна вільно видавлювати з тубика чи виливати з пляшечки (екструзія);
- ✓ легко наносяться і швидко вбираються в шкіру;
- ✓ забезпечують цілеспрямовану косметичну дію на шкіру;
- ✓ легко видаляються при необхідності за необхідності [22].

Цим вимогам відповідають структурно-механічні параметри косметичних форм із пружно-в'язкими дисперсійними середовищами.

Залежно від значень фізико-хімічних параметрів (в'язкості, еластичності, плинності та інших реологічних властивостей) розрізняють емульсійні креми за консистенцією: рідкіподібні креми; власне креми; креми густої консистенції. Як рідкі так і густі креми можуть бути представлені емульсіями першого і другого роду. Це пов'язано з тим що, властивості консистенцій в/о та о/в емульсій регулюються допоміжними речовинами (емульгаторами, загущувачами тощо.) [24].

Враховуючи характеристики емульсійної системи, її здатність проникати в шкіру та ступінь впливу на структуру шкіри, емульсійні креми можна класифікувати наступним чином:

- ✓ епідермальні креми (поверхневої дії);
- ✓ трансепідермальні креми.

До першої групи належать косметичні засоби, рівень впливу яких обмежується зовнішнім шаром епідермісу, забезпечуючи:

- ✓ очищення;

- ✓ зволоження;
- ✓ захист від несприятливих погодніх умов;
- ✓ хімічних речовин тощо.

Друга група характеризується наявністю високоактивних біологічних добавок, які беруть участь у структурі та біохімічних процесах шкіри, стимулюють живлення тканин і впливають на життєдіяльність всього організму. За конкретним напрямком дії креми цієї групи класифікують наступним чином, стимулятори:

- ✓ водно-сольового обміну;
- ✓ ліпідного обміну;
- ✓ білкового обміну, тощо.

Емульгуючі косметичні засоби цієї групи зазвичай називають "живильними" кремами. Однак ця класифікація також відносна. Це пов'язано з тим, що сучасною тенденцією розвитку косметики є створення багатофункціональних, високоактивних формул, здатних комплексно впливати на структуру шкіри. Прикладами можуть слугувати косметичні емульсії, що містять зволожуючі, утримуючі та біокаталітичні добавки; креми, що захищають від впливу Уф-випромінювання за допомогою біоекстрактів, помад, що містять зволожуючі речовини, тональні креми, фарби та ополоскувачі для волосся [24].

Емульсійні креми можна розділити на засоби для догляду за шкірою залежно від того, куди вони наносяться:

- ✓ на шкіру;
- ✓ на волосся [24].

Таким чином, косметичні емульсійні креми мають широкий спектр застосування і використовуються для покращення зовнішнього вигляду та стану шкіри. Нижче наведено короткий огляд деяких сфер їх застосування [22-24]:

- ✓ Догляд за обличчям: емульсійні креми використовуються для зволоження та живлення шкіри обличчя. Вони зменшують сухість та лущення шкіри, роблячи її більш м'якою та гладенькою.
- ✓ Догляд за тілом: креми можна використовувати для зволоження та живлення на різних частинах тіла, таких як руки, ноги та спина.
- ✓ Захист від сонця: деякі косметичні емульсійні креми містять УФ-фільтри. Це запобігає пошкодженню та передчасному старінню шкіри.
- ✓ Догляд за очима: деякі емульсійні креми для шкіри навколо очей містять спеціальні інгредієнти для зменшення набряків, темних кіл і зморшок.
- ✓ Макіяж: емульсійний крем також можна використовуватися як основу під макіяж для більш рівномірної стійкого покриття.
- ✓ Догляд за чутливою та проблемною шкірою: креми можуть бути розроблені інгредієнтами для чутливої, жирної, сухої або проблемної шкіри, яка потребує особливого догляду.
- ✓ Антивіковий догляд: деякі емульсійні креми містять активні інгредієнти, для зменшення зморшок і покращення тонушу шкіри.
- ✓ Гігієна шкіри: емульсійні креми також використовуються для видалення бруду та макіяжу зі шкіри, а також для підтримання її чистоти та здоров'я.

Залежно від складу та функціональних властивостей косметичних емульсійних кремів, вони можуть допомогти у вирішенні конкретних проблеми шкіри та мати багато інших переваг для здоров'я та краси шкіри.

1.8. Обґрунтування напряму досліджень.

У технологічному процесі виробництва емульсійних кремів існують наступні "вузькі місця" [20, 25, 26]:

- Олійно-водні емульсійні креми виробляються шляхом нагрівання. Олійну фазу нагрівають при 75° С до повного розчинення всіх

компонентів, а потім змішують з водою, нагрітою до тієї ж температури.

- Більшість мікроорганізмів не витримують нагрівання до 75°C , тому не потрібно застосовувати додаткові методи стерилізації або дезінфекції. Термостійкі діючі речовини та консерванти розчиняються у відповідній фазі з найбільшою спорідненістю. Необхідно враховувати розчинність всіх компонентів, щоб уникнути перекристалізації, яка відбувається через зниження розчинності під час переходу до охолодження.
- Оскільки деякі компоненти важко розчиняються, жирова фаза фільтрується під час нагрівання і передається в реактор для емульгування крему.
- Емульгатор, тобто реактор, нагрівається до температури жирової та водневої фаз, тобто до температури суміші фаз. Це гарантує, що фази не перегріваються і що ліпідна фаза не прилипає до стінок реактора.
- Зона гомогенізатора забезпечує кращий процес диспергування, тому її використання є більш доцільним. Гомогенізатори повинні використовуватися регулярно, але їх використання особливо важливе на початкових стадіях об'єднання водневої і масляної фаз. Масляну фазу, яка має таку ж температуру, як і нагріта воднева фаза, що містить водорозчинні компоненти, поступово подають в олійну фазу, але при цьому інтенсивно перемішують.
- Охолодження відбувається поступово, щоб уникнути забруднення твердим жиром. Таке охолодження можна проводити при повільному перемішуванні, але якщо охолодження триває занадто довго, кристали структуроутворювача можуть поступово збільшуватися, і на стадії первинної кристалізації можуть утворитися кристали.

- Додавання парфумованих добавок або ароматизаторів може відбуватися під час або після фази охолодження системні тривати до повного загушення продукту. Якщо ароматизатори додаються після загустіння, необхідний ще один етап гомогенізації.
- Використання вакууму під час процесу гомогенізації та охолодження емульсії дозволяє уникнути забруднення повітря і насичення повітрям косметичного продукту. Повітря в косметичних кремах знижує щільність, що може призвести до небажаного окислення і незручностей при пакуванні продукту.

Реологічній поведінці косметичних емульсій приділяється велика увага, оскільки реологічні властивості визначають такі властивості, як стабільність (стійкість до агрегації та седиментації) і товарний вигляд (зручний стан для практичного використання) [27].

При інтерпретації реологічних даних емульсій важливо враховувати вплив різних компонентів емульсії (дисперсної фази, диспергатора, емульгатора і додаткових стабілізаторів).

На реологічну поведінку їх емульсій найбільше впливають наступні фактори [28]:

- Фізико-хімічні властивості диспергатора та дисперсійної фази (в'язкість, полярність, рН, концентрація електроліту);
- Фізико-хімічні властивості емульгатора, наприклад: полярність, концентрація та розчинність у диспергаторі та дисперсійній фазі, які визначають структуру міжфазного адсорбційного шару;
- Розмір та розподіл крапель;
- Об'ємна частка дисперсної фази;
- Гідродинамічні взаємодії між краплями дисперсної фази;
- Коагуляція (флокуляція) крапель дисперсної фази;
- Взаємодія та міжфазний натяг між двома рідкими фазами.

На практиці ці фактори не діють окремо, а скоріше два та більше факторів можуть діяти ефект буде відрізнятися за величиною від суми окремих внесків.

Тому кінцевими мета проекту, полягає в тому, щоб:

- ✓ Підібрати емульгатор у вигляді суміші поверхнево-активних речовин;
- ✓ Розробити емульгуючий крем на основі масла Ши;
- ✓ Вивчити та проаналізувати функціональні та споживчі властивості розробленого косметичного крему.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Склад емульсійних кремів базується на обґрунтованому розрахунку кількості компонентів у продукті та їх вмісту. У косметичних кремах типу о/в, які є дисперсійними середовищами, основним інгредієнтом є 70-90% води, а масляна фаза досягає 10-30%, якщо врахувати додаткові компоненти [29].

2.1. Об'єкти дослідження емульсійного крему з маслом Ши.

Масло Ши. Для стабілізації емульсійних систем на основі масла Ши (рослинної сировини) необхідно підібрати комплекс поверхнево-активних речовин. Після аналізу літературних джерел було обрано такі поверхнево-активні речовини, як лецитин, моностеарат гліцерину, цетилстеариловий спирт та олівею 1000. Масляну фазу – це власне масло Ши.

Лецитин. Є важливим компонентом клітинної структури і бере участь у клітинному метаболізмі. Основний структурний компонент біологічних мембран. Має виражений вплив на відновлення бар'єрної функції шкіри, процеси живлення клітин і виведення токсинів. Без лецитину неможливе утворення нових клітин і відновлення пошкоджених. У косметиці він швидко поглинається шкірою і має пом'якшувальну і тонізуючу дію. Завдяки яскраво вираженим поверхнево-активним властивостям сприяє глибокому проникненню жирних речовин в епідерміс. Лецитин має доведені антиоксидантні властивості. Має емульгуючі, стабілізуючі та загущуючі властивості [30].

Олівею 1000 це натуральний рослинний емульгатор, виготовлений з оливкової олії, складної комбінації жирних кислот, хімічно подібних до ліпідного складу шкіри. Це унікальна структура, що характеризується відновленням і підтримкою цілісності шкірного бар'єру.

Олівею 1000 – це система, що самоемульгується. Вона може виступати як в ролі емульгатора, так і в ролі жирної фази. У цьому випадку крем

готується в одній ємності разом з водою. В результаті виходить дуже легка гелеподібна емульсія [31].

Переваги емульгаторів ґрунтуються на їхньому природному походженні, хімічній сумісності, "фізіологічній-спорідненості" зі шкірою та здатності створювати рідкокристалічні емульсії. Рідкі кристали імітують матричну структуру міжклітинних ліпідів шкіри і, чергуючи молекули жиру і води, розчиняються в ліпідному бар'єрі шкіри та зміцнюють його.

Моностеарат гліцерину це емульгатор рослинного походження, утворюється в організмі людини в якості побічного продукту розпаду жирів і присутній в жирній їжі. Отриманий на основі пальмітинової і стеаринової кислоти. Не містить подразнюючих добавок і не пошкоджує шкіру, не токсичний. Стійкий до окислення. Він використовується для зв'язування емульсій типу «масло-у-воді» як для рослинних так і для жирових фракцій, створює легку кремоподібну текстуру. Створює досить стабільну суміш при концентрації 5-10%, що не розшаровується при заморожуванні-розморожуванні[32].

Цетеариловий спирт розчинний у жирах і нерозчинний у воді. Виступає як соемульгатор (запобігає поділ компонентів), пом'якшує шкіру, стягує пори, не робить подразнення, дезінфікує, утримує вологу в шкірі, утворює плівку, надає шкірі бархатистість, шовковистість, пом'якшувач і стабілізатор емульсій, емомент. Покращує консистенцію безводних продуктів, таких як губні помади, скраби для тіла, покращує структуру волосся. Цей спирт можна знайти у тварин і в рослинах, також в кокосовій і пальмовій оліях. Їх також можна зробити в лабораторії. Структуроутворювач (загусник), емульгатори, емоменти, ПАР (миючі речовини), розчинник (солубелізатор), стабілізатори емульсії, стабілізатори в'язкості [33].

При розробці емульсійного крему було використані такі інгредієнти: вода, масло Ши тощо. Масові частки використаних інгредієнтів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Рецептатура емульсійного крему з маслом Ши [35]

Найменування сировини	Масова частка, %
Вода дистильована	74,5
Масло Ши	11,5
Моностеарат гліцерину	4,3
Олівем 1000	2,4
Цетеариловий спирт	3,7
Лецитин	1,6
Стеаринова кислота	1,0
Euxyl pe 9010	1,0

2.2. Методи та методики дослідження емульсійного крему та масла Ши.

Визначення орієнтовного складу масла Ши

Вологість визначали висушуванням 2 г зразка в сушильній шафі (MINO/75/SS/F, Genlab, Великобританія) при 110° С протягом 3 годин до маси. Вміст золи визначали шляхом поміщення 2 г зразка, в муфельну піч, при 550° С протягом 5 годин. Вміст сирової клітковини визначали шляхом послідовного розщеплення кислотою і лугом з подальшим промиванням, висушуванням, озоленням при 600° С. Сирий жир отримували екстракцією приблизно 30 г зразка розчинником н-гексаном в апараті Сокслета. Сирий протеїн (% загального азоту $\times 6,25$) визначали за методом К'ельдаля. Різницю використовували для вмісту вуглеводів [35].

Аналіз та кількісне визначення жирних кислот

100 мг екстрагованого жиру зважували і додавали окремо 1 мл 0,5 М КОН в метанолі та 1 мл трифториду бору в метанолі. Пробірки струшували вихровою мішалкою і переносили в реактор COD на 1 год при 100° С. Потім пробіркам охолоджували, додавали 2 мл 10% NaCl і 2 мл гексану, суміш інтенсивно струшували і залишали стояти для подальшого фазового

розділення. З над осадової рідини відбирали аліквоту 1 мл, поміщали в запаяний бурштиновий флакон разом з 9 мл гексану і заморожували при 26 °С до введення в ГХ (модель 7693, Agilent Technologies, США, з автоматичним пробовідбірником), оснащений полум'яно-іонізаційним детектором (FID). HP5 використовували капілярну колонку (довжина 30 м · внутрішній діаметр 0,25 мм, товщина фази 0,25 мкм). Температура ведення та детектування становила 26-27° С відповідно. Швидкість потоку газу-носія (N₂) становила 2 мл/хв, а температура печі програмувалась наступним чином: від 100° С (спочатку) до 180° С (5° С/хв) і, нарешті, до 220° С (0,8° С/хв); Піки метилових ефірів жирних кислот (FAME) ідентифікували порівнюючи час утримування зі стандартними сумішами (GLC-10, GLC-20, GLC-40) та сепмами GLC-80 (St Louis, MO, США). Розраховували площі піків і визначали відсоток FAME за прямими нормалізованими даними у відсотках від площі та виражали як нормалізований відсоток від площі піку [35].

Вимірювання питомої ваги та показника заломлення

Для визначення питомої ваги масла Ши після розтоплення використовували чисті і сухі пляшки для вимірювання щільності. Порожні пляшки з щільністю зважували і заповнили маслом та водою. Питому вагу розраховували, порівнюючи значення ваги наповненої водою та маслом, порівнювали зі значенням для порожньої пляшки з щільністю, а потім розраховували питому вагу. Для визначення показника заломлення використовували рефрактометр при 35° С [35].

Вимірювання в'язкості

Для вимірювання в'язкості масла Ши при нагріванні використовували метод реометра. Цьому методі систему концентрованих циліндрів занурювали в масло, і вимірювали силу, необхідну для подолання опору в'язкості обертанню. Значення в'язкості в мПа·с автоматично розраховували на основі швидкості та геометрії зонда. Температуру (30–75° С) контролювали за допомогою водяної бані, підключеної до реометра.

Експерименти проводили з 3 мл зразка в системі концентричних циліндрів при швидкості зсуву 100 c^{-1} [35].

Якісне визначення вільних жирних кислот: 2 г зразка масла Ши точно зважують в конічну колбу на 250 мл зі скляною пробкою. Додавали 50 мл гарячого нейтралізованого розчину ізопропілового спирту (IPA). Потім додавали кілька крапель фенолфталеїну. Вміст титрували 0,1 н NaOH при інтенсивному струшуванні до отримання постійного рожевого забарвлення. Відсотковий вміст вільних жирних кислот розраховували наступним чином [36]:

$$\% FFA = \frac{\text{vol. of } 0.1N \text{ NaOH} \times 0.028}{WB} \times 100\% \quad (2.1)$$

Визначення перекисного числа: П'ять грамів (5 г) зразка олії Ши було точно зважено в конічну колбу на 250 мл. Додавали 30 мл розчинної суміші оцтової кислоти/циклогексану у співвідношенні 3:2 відповідно і струшували колбу, щоб повністю розчинити олію. До розчину додавали 0,5 мл свіжоприготованого насиченого розчину йодиду калію (KI) і залишали на 1 хв. Після цього додавали 30 мл дистильованої води, а потім 0,5 мл розчину крохмалю. Вміст титрували 0,01 н. розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до зникнення темно-синього забарвлення. Контрольне титрування також проводилося разом із тестом зразка. Перекисне число розраховували за співвідношенням [36]:

$$\text{Peroxide Value} = \frac{10 \times (V_1 - V_2)}{M} \quad (2.2)$$

Спектрофотометричні методи визначення.

Вміст жиру та склад жирних кислот у олії Ши визначали за допомогою методів нерозчинної спектрофотометрії в ближньому інфрачервоному діапазоні NIRSystems. Приблизно 3–8 г олії Ши було завантажено в ємність діаметром 50 мм і проаналізовано на відбивну здатність за допомогою спектрофотометра FOSS NIRSystems 6500 (FossNIRSystems, Сілвер Спрінг, Меріленд, США) з програмним забезпеченням WINISI версії 3.1

(InfraSoftInternational, Порт Матільда, Пенсільванія, США). Значення вмісту жиру та складу жирних кислот визначали шляхом сканування кожного зразка при довжині хвилі 400–2500 нм. Дані були збережені як електронні таблиці та проаналізовані за допомогою статистичного пакету для соціальних вчених (SPSS) версії 16.0 [37].

Визначення складу жирних кислот за допомогою газорідинної хроматографії.

Визначення проводили методом [38] з невеликими модифікаціями, використовуючи обладнання для газорідинної хроматографії (GLC) моделі GC-14B (Shimadzu Corporation, Японія). Газом-носієм був водень (99,9% чистоти), а азот був інертним газом. І водень, і повітря з насоса використовувалися для живлення полум'яно-іонізаційного детектора (FID). Використовувалась така програма температури: початкове налаштування температури дорівнювало 120° С протягом 3 хв. при 8° С/хв., далі температура дорівнювала 176° С протягом 28 хв. при 3° С/хв., і кінцева температура дорівнювала 212° С протягом 20 хв. Температура введення дорівнювала 250° С, температура виявлення дорівнювала 250° С [39].

Визначення токоферолу в маслі Ши за використання високоефективної рідинної хроматографії.

Екстракція жиру. Для кожного зразка горіха ши від 3 до 10 г мелених ядер поміщали в центрифужну пробірку на 50 мл. Пробірки заповнювали гексаном, чистоти для аналізів, і струшували протягом ночі на орбітальному шейкері. Потім пробірки центрифугували при 3000 об/хв. протягом 10 хв. Супернатант виливали в скляні флакони об'ємом 20 мл, які випарювали насухо у витяжній шафі, залишаючи частково або повністю кристалізований жир. Потім скляні флакони нагрівали до 45° С, щоб видалити залишки розчинника та розплавити екстрагований жир перед гомогенною перекристалізацією.

Підготовка зразка. Скляні флакони з олією Ши повторно нагрівали до 45° С, поки всі кристали не розчинилися. За допомогою піпетки Пастера

субзразок масою 1 г з кожного флакону зважували в новий скляний флакон об'ємом 20 мл і додавали 10 мл гексану якості ВЕРХ. Флакони перемішували, поки весь жир не розчинився. Фракцію цього розчину фільтрували шприцом через диски Millipore розміром 0,45 мкм (Teknokarma, Іспанія) і переносили у флакони об'ємом 1,5 мл перед ін'єкцією у ВЕРХ.

Аналіз ВЕРХ. Кількісний аналіз екстрактів зразків проводили за допомогою ВЕРХ серії Agilent 1100 (Пало-Альто, Каліфорнія) з УФ-детектором G1314A та колонкою 250 мм · 4 мм, 5 мкм Spherisorb SS NH₂ (Regis Technologies, Morton Grove, IL). Довжина хвилі детектування становила 295 нм. Рухома фаза складалася з ізократичного розчину 75% гексану та 25% етилацетату зі швидкістю потоку 1 мл/хв [40].

Методи дослідження емульсійного крему.

Визначення стабільності емульсійного крему. Визначення стабільності емульсійного крему відбувається лише за ДСТУ ISO/TR 18811:2019 Косметика. Настанови щодо визначення стабільності косметичних продуктів (ISO/TR 18811:2018, IDT) (ДСТУ 4765:2007). Проводиться аналіз на термостабільність емульсії та колоїдну стабільність.

Метод на встановлення колоїдної стабільності базується на поділі емульсії на жирову і водну фази при центрифугуванні.

Дві пробірки наповнюють на 2/3 об'єму досліджуваною емульсією і зважують, результат записують до другого десяткового знаку. Різниця маси пробірок з емульсією не повинна перевищувати 0,2 г. Пробірки поміщають у водяну баню або термостат і витримують 20 хв., при температурі 22–25° С.

Пробірки виймають, насухо витирають їх із зовнішнього боку і встановлюють в гнізда центрифуги. Центрифугування проводять протягом 5 хв. при частоті обертання 100.

Емульсію вважають стабільною, якщо після центрифугування в пробірках спостерігають виділення не більше краплі водної фази або шару масляної фази не більше 0,5 см.

Метод визначення термостабільності емульсії полягає на поділі емульсії на жирову і водну фази при підвищеній температурі.

Три пробірки діаметром 14 мм висотою 120 (100) мм або циліндри місткістю 25 см³ наповнюють на $\frac{2}{3}$ обсягу випробуваною емульсією, стежачи за тим, щоб в емульсії не залишалося бульбашок повітря, закривають пробками і поміщають в термостат з температурою 40–42° С. Емульсії витримують в термостаті 24 год і потім визначають стабільність.

Емульсію вважають стабільною, якщо після термостатування в пробірках не спостерігають виділення водної фази, допускається виділення шару масляної фази не більше 0,5 см [41].

Встановлення органолептичних та сенсорних властивостей емульсії. Визначення сенсорних та органолептичних властивостей емульсії проводиться за ДСТУ ISO/TR 18811:2019 «Косметика. Настанови щодо визначення стабільності косметичних продуктів» (ISO/TR 18811:2018, IDT) (ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови»). Зовнішній вигляд, колір продукції, що має консистенцію емульсії, визначають переглядом проби, поміщеної на аркуш білого паперу рівним шаром (товщиною близько 1 см) або в стакан, визначення проводять на тлі аркуша білого паперу в прохідному або відбитому світлі.

Всі вимоги відповідають стандарту GMP, та мають перевірені дані по якості сировини, та проведених правил від початку виробництва емульсійного крему з маслом Ши, до пакування.

Однорідність зазначеної продукції визначають на дотик легким розтиранням проби на відсутність грудок, крупинок і інших сторонніх включень, не передбачених для даного найменування і назви продукції.

Запах визначають органолептичним методом з використанням смужки щільного паперу розміром 10·160 мм, змоченою приблизно на 30 мм зануренням в аналізовану рідину.

Запах продукції визначають органолептичним методом з використанням водного розчину з масовою часткою продукції 10% при температурі розчину від 40° С до 45° С.

Для приготування водного розчину проби 10,00 г продукту поміщають в стакан, додають 90 мл дистильованої води і перемішують за допомогою скляної палички або магнітної мішалки [41, 42, 43].

Всі визначення відбуваються за правилами GMP. Стандарти України ДСТУ ISO/TR 18811:2019 «Косметика. Настанови щодо визначення стабільності косметичних продуктів» (ISO/TR 18811:2018, IDT).

Визначення рН проводиться по ДСТУ ISO/TR 18811:2019 «Косметика. Настанови щодо визначення стабільності косметичних продуктів» (ISO/TR 18811:2018, IDT) (ДСТУ 4765:2007). Згідно цього в косметичних виробках, які мають рідку консистенцію вимірювання рН проводять безпосередньо у випробовуваній рідині. В косметичних виробках, які мають густу консистенцію (крем типу масло/вода), рН вимірюють у водному розчині з масовою долею продукту від 1 до 20%. Концентрацію розчину вказують в нормативно-технічній документації на відповідний виріб.

Приготовлений розчин помістили в стакан ємністю 50 см³, кінці електродів занурюють у досліджувану рідину. Електроди не повинні торкатись стінок та дна склянки. Значення рН визначають за показами шкали приладу [44].

Утворення крапель, що вільно течуть з капіляра, залежить від поверхневого натягу рідини. Це явище використовується для визначення поверхневого натягу за допомогою сталагмометричного методу (метод підрахунку крапель). Сталагмометр (рис. 2.1) – це пристрій, що складається зі скляної колби з позначеними вище та нижче індикаторами колби, що позначають питомий об'єм рідини, що закінчився капіляром. Виміряти поверхневий натяг випробуваної рідини наповненням сталагмометра і дати йому вільно текти. Під час утворення краплі її об'єм збільшується і вона падає, тим самим збільшуючи свою вагу Q.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд сталагмометра [2].

У той час, коли вага крапель перевищує значення сил поверхневого натягу (F) вздовж краплі, відірваної від капіляра (рис. 2.2). Починається процес формування наступної краплі. Поперечний переріз краплі – це коло з окружністю першого радіуса $r = 2\pi r$. Значення сили F можна виразити за формулою (2.3):

$$Q = F = \sigma \cdot l = \sigma \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \quad (2.3)$$

Вагу одиничної краплі (Q) можна визначити, поділивши масу рідини, що міститься в об'ємі (V) сталагмометра бульбашки, на кількість (n) утворених крапель.

$$V = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{n} \quad (2.4)$$

де V – об'єм рідини, що витікає зі сталагмометра, см^3 ;

n – число крапель при витіканні даного об'єму рідини;

ρ – густина рідини, $\text{г}/\text{см}^3$;

g – прискорення сили тяжіння.

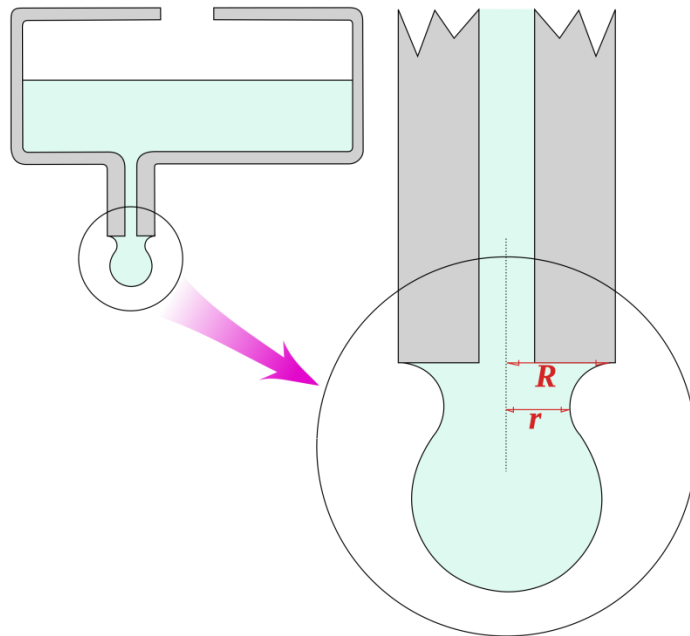


Рисунок 2.2 – Сталагмометр з показниками об'єму V міхура (а) і краплі, що утворюється в кінці капіляра сталагмометра (б) [1].

Поверхневий натяг:

$$\sigma = \frac{d \cdot V \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n} \quad (2.5)$$

Оскільки важко виміряти радіус (r) горла краплі в момент відшарування, формула не застосовується до визначення абсолютного значення поверхневого натягу. Для вимірювання відносного поверхневого натягу часто застосовується сталагмометричний метод, тобто для порівняння поверхневого натягу досліджуваної рідини σ до поверхневого натягу стандартної рідини σ_0 . Припускаючи, що промені горла стандартної рідини r_0 і випробуваної рідини r рівні, формула відносного поверхневого натягу приймає форму:

$$\sigma = \frac{\sigma_0 \cdot n_0}{n} \quad (2.6)$$

Викладені міркування, що маса відшарування краплі від капілярної трубки та її об'єм залежить від поверхневого натягу рідини, що утворює краплі [44].

Сталагмометричний метод визначення поверхневого натягу забезпечує найбільш чіткі результати. На початку роботи прилад закріплюють на штативі у вертикальному положенні. Готуємо 6 розчинів різної концентрації масла Ши та емульгатора Олівем 1000 та лецинолу. Рідину, що досліджується заливаємо в скляний стакан та піднімаємо його до повного погруження капіляру в дану рідину. Набираємо за допомогою груші досліджуваний розчин до верхньої мітки та контролюємо чи не утворилися пухирці повітря. Ставимо стакан та стіл, а рідина повільно починає крапати з капіляру. Коли рівень рідини досяг верхньої мітки, починаємо рахувати краплі, а коли досягне нижньої – закінчуємо. Дослід проводимо декілька разів для забезпечення достовірності та точності результатів.

Розрахунок гідрофільно-ліпофільного балансу. Якщо емульгатор з певним значенням ГЛБ стабілізує емульсію з певним типом масла, то інший емульгатор з тим же значенням ГЛБ, як правило, має такий же емульгуючий ефект. Тому для кожного тип масла необхідна система емульгаторів з певним значенням ГЛБ, і це значення становить необхідний ГБЛ масляної фази. Виходячи з літературних джерел [51] необхідним значенням ГЛБ для масла Ши дорівнює 8.

Знаючи ГЛБ масляної фази, користуємось вже відомим правилом: для створення стабільної емульсії значення ГЛБ емульгатора повинно дорівнювати значенню ГЛБ масляної фази. У рецептурі розроблюваного емульсійного крему з маслом Ши у ролі емульгаторів виступають Олівем 1000 та лецитин. Значення ГЛБ, виходячи з літературних джерел [51], для Олівем 1000 дорівнює 9,0, а для лецитину дорівнює 4,8.

Експериментально встановлено, що набір декількох емульгаторів: один з більш низьким ГЛБ, а інший з більш високим ГЛБ працюють краще, ніж емульгатор з проміжним значенням ГЛБ. Тому надавайте перевагу суміші емульгаторів [51].

Авторами [51] було підбрано пропорції емульгаторів таким чином, щоб підсумкове ГЛБ дорівнювало вже встановленому ГЛБ жирової фази – 8,0.

Прийнявши за частку x – лецитин, складемо рівняння:

$$x \cdot 4,8 + (1-x) \cdot 9,0 = 8,0$$

$$8,0 = 4,8 \cdot x + 9,0 - 9,0x$$

$$(9,0 - 4,8) \cdot x = 9,0 - 8,0$$

$$x = (9,0 - 8,0) / (9,0 - 4,8) = 0,24$$

Розв'язавши це рівняння, отримаємо значення “ x ”, воно дорівнює 0,24. Це означає, що потрібно взяти 24% лецитину та решта 76% для Олівем 1000. Перш ніж ми обчислимо за формулою відсотки емульгаторів, ми повинні прийняти рішення про те, скільки емульгатора ми хочемо використовувати в нашій формулі. Зазвичай починають з меншого відсотку і тестують, поступово збільшуючи. Візьмемо загальний вміст емульгаторів в формулі – 5%. Перерахувавши, отримаємо:

$$5\% \cdot 0,24 = 1,2$$

$$5\% \cdot 0,76 = 3,8$$

Округливши, маємо такі кінцеві відсоткові співвідношення емульгаторів у формулі: 1,2% лецитину, 3,8% Олівем 1000.

Отже, гідрофільно-ліпофільний баланс стабілізує емульсійний крем з маслом Ши, що створює стабільну емульсію до термостійкості та колоїдній стабільності. Тому даний крем може мати гарну стабільну емульсію.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Технологія емульсійного крему вимагає чіткого підбору компонентів для косметичного продукту, щоб забезпечити усі важливі властивості. Крім того, важливі активні речовини, що містяться в рослинній сировині дуже вдало відрекомендували хороші ефекти на шкіру. Для створення емульсійного крему було підбрано основу типу олія в воді, де 70–90% належать водній сировині, а 10–30% відносяться до олійної фази з іншими компонентами. Для стабільної емульсії на основі масла Ши (рослинної сировини) потрібно обрати комплекс ПАР що будуть відповідати вимогам основних принципів ISO 22716 «Косметична Система Належної Виробничої Практики». В результаті аналізу літературних джерел було підбрано такі поверхнево-активні речовини як моностеарат гліцерину, лецитин, цетилстеариловий спирт та олівець 1000. Масляну фазу являє собою власне масло Ши.

3.1. Розрахунок математичної моделі дослідження.

Для проведення розрахунку математичної моделі обрано два варіанта, взятих в серії дослідів за емульгаторами олівець 1000 та лецитину. Відомо, що найбільш простими матрицями є матриці повного факторного експерименту, в яких досліджувані фактори змінюються лише на верхньому та нижньому рівнях.

Визначена кількість дослідів повного факторного експерименту:

$$n = 2;$$

$$N = 2^2 = 4$$

де $n = 2$ – кількість вхідних факторів

У табл.3.1 наведено матрицю повного двофакторного експерименту емульгаторів олівець 1000 та лецитину.

Таблиця 3.1 – Матриця повного двофакторного експерименту

	z_0	z_1	z_2	z_1z_2	y_1	y_2	y^-	S_1
1	+	-	-	-	235	414	324,5	16020
2	+	+	-	+	330	423	376,5	4324
3	+	-	+	+	505	535	520	450
4	+	+	+	+	55	58	56,5	6845

Перевірка однорідності дисперсій

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

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

де $m=2$ – кількість паралельних дослідів.

$$S_1^2 = 1/(2-1) \cdot [(235-324,5)^2 + (414-324,5)^2] = 16020$$

$$S_2^2 = 1/(2-1) \cdot [(330-376,5)^2 + (423-376,5)^2] = 4324$$

$$S_3^2 = 1/(2-1) \cdot [(505-520)^2 + (535-520)^2] = 450$$

$$S_4^2 = 1/(2-1) \cdot [(55-56,5)^2 + (58-56,5)^2] = 6845$$

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

$$S_{i \max}^2 = S_1^2 = 16020$$

в) розраховуємо суму дисперсій:

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

$$\sum_{i=1}^N S_i^2 = 16020 + 4324 + 450 + 6845 = 27639$$

г) розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_{\max} = \frac{S_{i \max}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} = \frac{16020}{27639} = 0.58$$

д) обираємо табличне значення критерію Кохрена $G_{кр}$, для значень ступеня свободи $f_1 = m-1=2-1=1$ та $f_2=N=4$ та для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і перевіряємо виконання умови:

$$G = 0.58 < G_{кр} = 0.906$$

Отже, дисперсії вихідного параметру в паралельних дослідах є однорідними, тобто отримані вихідні значення є відтворюваними.

Розраховуємо загальну похибку дослідів (дисперсію відтворюваності):

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2 = \frac{27639}{4} = 6909,75$$

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_{oi} \cdot y_i) = \frac{1}{4} (324.5 + 376.5 + 520 + 522.5) = 435.85$$

$$b_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_{oi} \cdot y_i) = \frac{1}{4} (-324.5 + 376.5 - 520 + 522.5) = 13.65$$

$$b_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_{oi} \cdot y_i) = \frac{1}{4} (-324.5 - 376.5 + 520 + 522.5) = 85.4$$

$$b_{12} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_{oi} \cdot y_i) = \frac{1}{4} (324.5 - 376.5 - 520 + 522.5) = -12.37$$

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії

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

а) визначаємо дисперсію коефіцієнтів регресії:

$$S_{bk}^2 = \frac{S_0^2}{N} = \frac{6909.75}{4} = 1727,43$$

б) визначаємо відхилення будь-якого коефіцієнту:

$$\Delta b_i = \pm t_T \cdot \sqrt{S_{bk}^2} = \pm 2.78 \cdot \sqrt{1727.43} = \pm 115,53$$

де $t_T=2,78$ – табличне значення критерію Стьюдента для ступеню свободи $f_1 = N(m-1) = 4(2-1) = 4$ та рівня значущості $\alpha=0.05$;

в) розраховуємо значення критерію Стюдента для кожного коефіцієнту регресії:

$$t_{b0} = \frac{|b_0|}{S_{bk}} = \frac{|435.85|}{115.53} = 3.77$$

$$t_{b1} = \frac{|b_1|}{S_{bk}} = \frac{|13.65|}{115.53} = 0.118$$

$$t_{b2} = \frac{|b_2|}{S_{bk}} = \frac{|85.4|}{115.53} = 0.739$$

$$t_{b_{12}} = \frac{|b_{12}|}{S_{bk}} = \frac{|-12.37|}{115.53} = 0.107$$

г) перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{bi} > t_T$, виконання цієї умови дає підставу констатувати значущість відповідного і-го коефіцієнту. В нашому випадку тільки $t_{b_{12}}$ коефіцієнт регресії є незначущим.

Розрахунок розрахункових значень вихідного параметра

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

$$\hat{y} = 435.85 + 13.65 \cdot z_1 + 85.4 \cdot z_2$$

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

$$\hat{y}_1 = 435.85 + 13.65 \cdot (-1) + 85.4 \cdot (-1) = 336,8$$

$$\hat{y}_2 = 435.85 + 13.65 \cdot (+1) + 85.4 \cdot (-1) = 364,05$$

$$\hat{y}_3 = 435.85 + 13,65 \cdot (-1) + 85.4 \cdot (+1) = 507,6$$

$$\hat{y}_4 = 435.85 + 13.65 \cdot (+1) + 85.4 \cdot (+1) = 534,9$$

Розрахуємо значення критерію Фішера:

$$336,8/364,05 = 0,925$$

Вибираємо табличне значення критерію Фішера:

$$F_T = 19,22$$

Перевіряємо умову адекватності:

$$F_p = 0,925 < F_T = 19,22$$

Отже, отримані дані свідчать про те що отримане рівняння регресії є адекватним дослідженому процесу, що також доводиться порівнянням дисперсій. Розрахована математична модель має відповідність використання емульгаторів олівем 1000 та лецитину.

3.2. Визначення органолептичних властивостей емульсійного крему.

Провівши аналіз літературних джерел, запропоновано рецептуру емульсійного крему з маслом Ши наведену у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Рецептура емульсійного крему з маслом Ши

Найменування сировини	Масова частка, %
Вода дистильована	74,5
Масло Ши	11,5
Моностеарат гліцерину	4,3
Олівем 1000	2,4
Цетеариловий спирт	3,7
Лецитин	1,6
Стеаринова кислота	1,0
Euxyl pe 9010	1,0

Процес створення емульсійного крему, має декілька підготовчих етапів перед процесом емульгування. До прикладу процес зважування та змішування компонентів в масляну та в водну фази. Наступним етапом відбувається нагрівання двох фаз до однакової температури 70–75° С, та процес емульгування, охолодження, додавання консерванту та фасування по 50 грамів. Всі етапи створення емульсійного крему зображені на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Етапи створення емульсійного крему з маслом Ши

У рецептурі розроблюваного емульсійного крему з маслом Ши у ролі емульгаторів виступають Олівем 1000 та лецитин. Значення ГЛБ, згідно [51], для Олівем 1000 становить 9,0, а для лецинолу дорівнює 4,8. Це означає, що потрібно взяти 24% лецитину та решта 76% для Олівем 1000.

$$5\% * 0,24 = 1,2$$

$$5\% * 0,76 = 3,8$$

Приймаючи загальний вміст емульгаторів за 5%, для запропонованої рецептури одержуємо такі кінцеві відсоткові співвідношення емульгаторів як 1,2% лецитину та 3,8% Олівем 1000.

Таблиця 3.3 – Органолептичні властивості зразків емульсійного крему

Параметри	Зразок			
	1	2	3	4 Контроль
Поглинання крему	Легко поглинається шкірою	Швидко поглинається шкірою	М'яко наноситься та швидко зникає в шкіру	Добре проходить в глибокі шари шкіри
Розповсюдження крему	Крем гарно розповсюджується по шкірі	Легко розповсюджується	Добре розповсюджується	Розповсюджується гарно залишаючи гарний блиск
Нанесення крему	Хороше нанесення	Наноситься ніжно та комфортно	Нанесення комфортно	Добре наноситься
Консистенція крему	М'яка	Кремоподібна	Легка консистенція	Дуже ніжна консистенція, не має грудочок
Аромат	Має приємний маслянистий аромат	Приємний кремовий аромат	Має ніжний аромат з нотами горіху	Кремовий горіховий аромат

За даними табл. 3.3, можна стверджувати, що органолептичні та сенсорні властивості емульсійного крему з маслом Ши, знаходяться в межах норми. Тестувальники часто відзначали, що креми мають стабільну консистенцію, дуже ніжну дію та гарно поглинається, мають приємний аромат. Отримані дані з експерименту наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Органолептичні властивості крему з маслом Ши

Показники якості	Номер зразка			
	1	2	3	4 Контроль
Органолеп- тичні та сенсорні властивості	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджує- ться, добре поглинається	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджує- ться, добре поглинається	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджує- ться, добре поглинається	Легка кремоподібна консистенція, легко наноситься та розповсюджує- ться, добре поглинається

Для дослідження використали 4 зразка емульсійного крему три з яких містили масло Ши, а четвертий – контрольний без додавання масла Ши. Приготовлені зразки містили масло Ши в кількості 9,5 г, 11,5 г та 13,5 г, відповідно, а також контрольний – без додавання масла. За результатами отримали ніжні емульсії, кремоподібної консистенції, м'які на дотик, які легко наноситься на шкіру, результати наведено на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Зразки крему із додаванням та без додавання масла Ши.

Для порівняння розроблених зразків кремів також було приготовлено контрольний зразок без додавання масла Ши. Проведено визначення органолептичних властивостей усіх чотирьох зразків. Результати наведено у табл. 3.3.

Для визначення здатності шкіри вбирати крем за різний проміжок часу проведено дослід за допомогою мікроскопа Digital Microscope (рис. 3.3), на реагування шкіри на емульсійний крем з маслом Ши в кількості 11.5 г.



Рисунок 3.3 – Мікроскоп Digital Microscope

Дослідження проводили для сухої шкіри із помітним її лущенням та відчуттям стягнутості шкіри. Після нанесення крему на шкіру обличчя було зафіксовано за допомогою мікроскопа зміни, які були помітними під мікроскопом. Спостереження проводили одразу після нанесення крему, через 12 год. та 24 год. Роздільна здатність мікроскопу становить $\times 1000$.

Результати досліджень наведено на рис. 3.4.

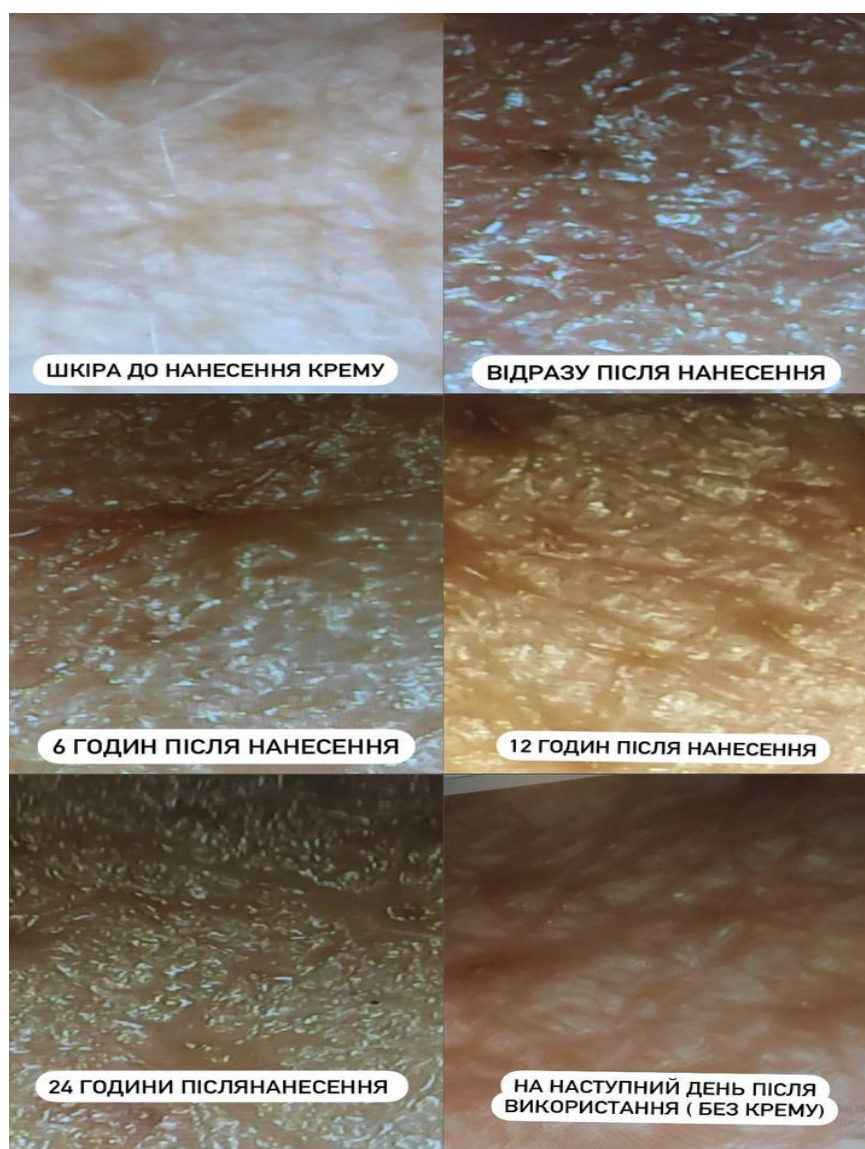


Рисунок 3.4 – Шкіра під мікроскопом через різні проміжки часу

Як видно із рис. 3.4 одразу після нанесення з'явилась помітна жирність на обличчі, відчуття стягнутості були зменшені, з'явився комфорт після нанесення крему.

Через 6 годин після нанесення засобу, можна відмітити більше поглинання крему в глибокі шари шкіри, з'явився природний блиск, відчуття сухості зникло.

Через 12 годин після використання крему, можна відмітити як зменшилися прояви лусочок на шкірі, та з'являється жирний блиск шкірного сала, а отже засіб повністю поглинувся шкірою та не залишив плівки поверху, що означає те що він гарно поглинається шкірою.

Після 24 годин можна відмітити, що яскраво помітно жирність на обличчі, а отже відбувся процес повноцінного поглинання шкірою косметичного засобу. Візуально пори не мають забруднення, а отже засіб не камедогенний і не забруднює шкірні пори, поверхневі шари шкіри мають зволоженість, зникло лущення, відчуття стягнутості зменшилося.

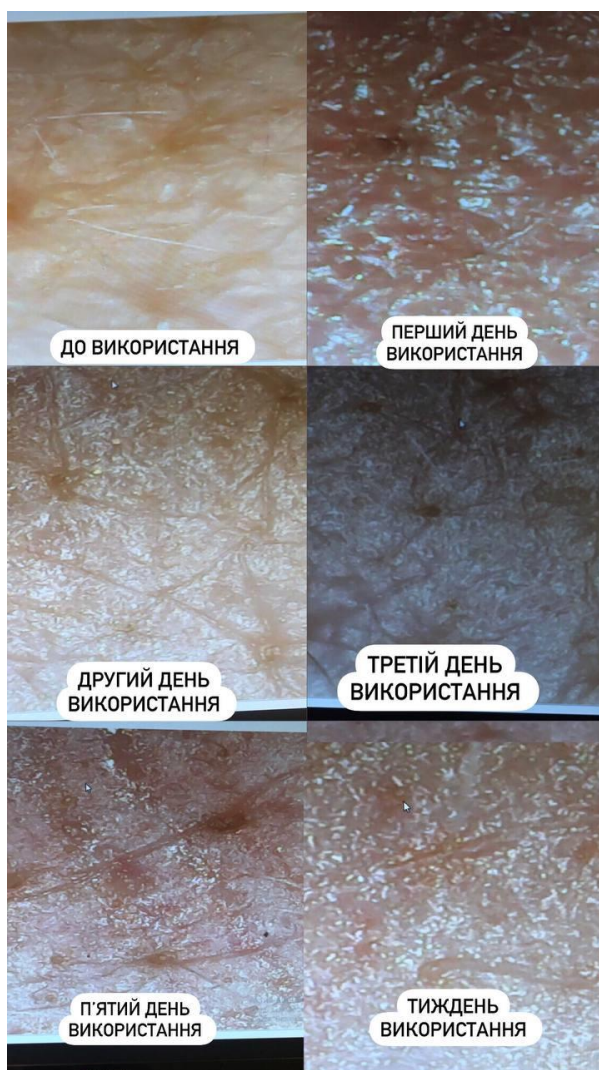


Рисунок 3.5 – Експеримент використання крему одного тижня

Дослідження впливу крему на шкіру обличчя проводили упродовж місяця для порівняння його дії на короткий і тривалий час застосування. Для визначення ефективності дії крему проводили візуальний аналіз та розрахунок кількості дрібних зморшок на одиницю площі поверхні шкіри. Якісний ефект щодо використання крему проводили за допомогою мікроскопа, де спостерігали покращення зовнішнього вигляду шкіри обличчя та зменшення кількості зморшок та їх глибини.

Перед процесом нанесення крему на шкіру обличчя було присутнє відчуття стягнутості шкіри, лущення та свербіж. Одразу після нанесення засобу відчуття стягнутості зменшилось. Слід відзначити, що дрібні зморшки заповнились кремоподібною масою. Під час щоденного використання крему відмічали зменшення кількості дрібних зморшок. На початку експерименту нараховувалось 23 дрібні зморшки на 1 см² обличчя. Через 7 діб кількість дрібних зморшок зменшилась до 2 дрібних зморшок на 1 см² обличчя. Це дозволяє відмітити позитивну особливість впливу емульсійного крему з маслом Ши на зволоження та покращення зовнішнього вигляду шкіри обличчя.

Отже, при створенні технології емульсійного крему типу “олія/вода” використано введення масла Ши в кількості 11.5 г для удосконалення рецептури емульсійного крему за допомогою поживних речовин, що містяться у маслі Ши. У результаті проведених досліджень можна зробити висновок про те, що крем, отриманий за розробленою рецептурою, відповідає вимогам основних принципів ISO 22716 «Косметична Система Належної Виробничої Практики» і може бути рекомендовано виробникам косметичної продукції для впровадження його у виробництво.

3.3. Визначення фізико-хімічних властивостей емульсійного крему.

Фізико-хімічні властивості емульсійного крему, а саме колоїдну стабільність перевіряли методом центрифугування зразків крему, та визначали стабільність емульсії, що відповідають ДСТУ ISO/TR 18811:2019

та (ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови»), дані яких наведені в табл. 3.5. Термостабільність визначали методом витримки зразків при температурі 50° С, та отримали стабільні емульсії, для контролю дослідження також проводили витримку зразків при підвищеній температурі 80° С, де отримали не стабільну емульсію в всіх чотирьох зразках.

Одним з важливих методів дослідження фізико-хімічних властивостей є вимірювання рН емульсійного крему. Дослідження проводили з допомогою рН-метра. Отримані дані наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Основні фізико-хімічні властивості зразків емульсійного крему

Показники якості	Номер зразка			
	1 (9.5 г)	2 (11.5 г)	3 (13.5 г)	4 Контроль
Колоїдна стабільність	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Зріджений
Термостабільність 50° С	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Зріджений
80° С	Нестабільний	Нестабільний	Зріджений	Нестабільний
рН (5,0-9,0)	6,2	6,1	6,1	6,1

Отже, емульсійний крем з маслом Ши в кількості 11,5 г відповідає вимогам фізико-хімічних властивостей косметичних кремів, а саме колоїдна стабільність всіх чотирьох зразків є стабільною, термостабільність всіх зразків при температурі 50° С є стабільною, та рН емульсійних кремів є в межах норми, що відповідає значенню 6,1. Таким чином, одержані зразки крему знаходяться в межах, що відповідають ДСТУ ISO/TR 18811:2019 “Косметика. Настанови щодо визначення стабільності косметичних продуктів (ISO/TR 18811:2018, IDT). Таким чином запропонована рецептура крему з маслом Ши може бути рекомендована виробникам косметичної продукції для впровадження у виробництво.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Виробництво емульсійного крему з маслом Ши має цікавий виконавчий процес, сам хімізм процесу емульгування олії та води за допомогою спеціальних апаратів зачаровує. А створення м'якої емульсії, що так чудово впливає на шкіру, надаючи їй максимального зволоження та живлення є невід'ємною частиною проекту.

4.1. Розроблення принципової схеми виробництва емульсійного крему з маслом Ши.

На основі проведеного розрахунку математичної моделі та розробленої удосконаленої рецептури емульсійного крему запропоновано технологію виробництва емульсійного крему з маслом Ши.

Опис інноваційної принципової та апаратурно-технологічної схем.

Процес розпочинається із підготовчого відділення цеху, де проводиться плавлення, відважування та передача в цех суміші моностеарату гліцерину та олівею 1000 по трубопроводу **A** в реактор **3** для приготування емульсії, обладнаний сорочкою для обігріву маси і пропелерною мішалкою.

Жирову суміш ретельно перемішують та підігрівають до температури 70–75° С. Із дозатора **1** до розплавленої маси додають гарячу воду температурою 70–75° С та розчинені у ній компоненти, які надійшли по трубопроводу **B**. По трубопроводу **B** через дозатор **2** подають олію Ши. Також через трубопровід **Г** в реактор **3** додають цетиловий спирт та стеаринову кислоту. Емульгування проводять упродовж 10–15 хв. при температурі 70–75° С. Готову емульсію насосом **4** перекачують в реактор-охолоджувач **5**. Охолодження емульсії проводять при перемішуванні в реакторі-охолоджувачі **5**, який забезпечений водяною сорочкою, рамною мішалкою та скребковим механізмом. Перші 20–25 хв. охолодження ведуть без подачі у сорочку охолодженої води, потім для прискорення охолодження у сорочку подають холодну воду. Далі охолодження продовжують до 30–32° С. Для отримання однорідності, покращення пластичних властивостей і консистенції, а також зовнішнього вигляду крему його перекачують насосом

6 у приймальний бункер 7 над гомогенізатором роторним 8 та піддають пластичній (механічній) обробці.

В процесі емульгування та охолодження досягається лише створення грубої емульсії, таке емульгування не дає достатнього роздроблення водяних кульок. Більш тонке емульгування може бути досягнене при пластичній обробці крему в гомогенізаторі. Двократне пропускання кремової маси температурою 30–34° С через гомогенізатор помітно покращує емульгування, структуру крему, що можна легко спостерігати при перегляді мазка крему під мікроскопом. При проходженні гомогенізатора водяні частинки (кульки) стають більш дрібними. В результаті кремова маса біліє, робиться більш в'язкою, значно змінюється структура крему.

В подальшому готовий крем надходить у вакуум-збірник 9 і після отримання позитивного аналізу в лабораторії передається по трубопроводу Д на фасовку.

4.2. Розрахунок матеріального балансу емульсійного крему з маслом Ши.

Проведено розрахунок матеріальний баланс виробництва емульсійного крему потужністю 100 кг/добу за розробленою рецептурою, табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептура емульсійного крему

Найменування сировини	Масова частка, %
Вода дистильована	74,5
Масло Ши	11,5
Моностеарат гліцерину	4,3
Олівем 1000	2,4
Цетиловий спирт	3,7
Лецитин	1,6
Стеаринова кислота	1,0
Euxyl pe 9010	1.0

1. Розрахунок на стадії емульгування: Втрати під час протікання цього процесу становлять 2,0 %, тобто: $100 \cdot 0,02 = 2$ (кг)

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс для процесу емульгування

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	74,5	Емульсія	98
Масло Ши	11,5	Втрати	2
Моностеарат гліцерину	4,3		
Цетиловий спирт	3,7		
Олівем 1000	2,4		
Лецитин	1,6		
Стеаринова кислота	1,0		
Euxyl pe 9010	1,0		
Разом	100	Разом	100

2. Розрахунок на стадії охолодження:

Втрати під час протікання цього процесу становлять 0,5 %, тобто: $98 \cdot 0,005 = 0,5$

Таблиця 4.3 – Матеріальний баланс для процесу охолодження

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	73,1	Груба емульсія	97,5
Масло Ши	11,27	Втрати	0,5
Моностеарат гліцерину	4,19		
Цетиловий спирт	3,62		
Олівем 1000	2,36		
Лецитин	1,52		
Стеаринова кислота	0,97		
Euxyl pe 9010	0,97		
Разом	98	Разом	98

3. Розрахунок на стадії пластичної обробки: Втрати під час протікання цього процесу становлять 0,5 %, тобто: $97,5 \cdot 0,005 = 0,5$

Таблиця 4.4 – Матеріальний баланс для процесу пластичної обробки

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	72,75	Емульсійний крем	97,00
Масло Ши	11,21	Втрати	0,50
Моностеарат гліцерину	4,16		
Цетиловий спирт	3,60		
Олівем 1000	2,70		
Лецитин	1,52		
Стеаринова кислота	0,96		
Euxyl pe 9010	0,96		
Разом	97,50	Разом	97,50

4. Розрахунок на стадії фасування:

Втрати під час протікання цього процесу становлять 0,5 %, тобто:

$$97,0 \cdot 0,005 = 0,5$$

Таблиця 4.5 – Матеріальний баланс для процесу фасування

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	72,40	Емульсійний крем	96,50
Масло Ши	11,15	Втрати	0,50
Моностеарат гліцерину	4,13		
Цетиловий спирт	3,58		
Олівем 1000	2,28		
Лецитин	1,50		
Стеаринова кислота	0,92		
Euxyl pe 9010	0,95		
Разом	97,00	Разом	97,00

Таблиця 4.6 – Матеріальний баланс на всіх стадіях

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
Вода	74,5	Емульсійний крем	96,5
Масло Ши	11,5	Втрати	3,5
Моностеарат гліцерину	4,3		
Цетиловий спирт	3,7		
Олівем 1000	2,4		
Лецитин	1,6		
Стеаринова кислота	1,0		
Euxyl pe 9010	1,0		
Разом	100	Разом	100

Отже, із проведених розрахунків можна зробити висновок, що незначні втрати у кількості 3,5%, дозволяють рекомендувати дану технологію косметичного емульсійного крему на виробництві.

4.3. Підбір технологічного обладнання для виробництва емульсійного крему.

На базі матеріального балансу здійснено підбір обладнання для виробництва емульсійного крему (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Підбір основного обладнання

№ поз.	Назва	К-ть	Технічні характеристики
1	2	3	4
1, 2	Ваговий дозатор для рідин	2	<p>Ваговий дозатор призначений для дискретного автоматичного рецептурного дозування у процесі отримання розчинів та рідких компонентів.</p> <p>Ваговий дозатор рідких компонентів складається з бункера, який закріплений на невеликому каркасі, та комплектується впускним та випускним кранами з пневмоприводами та датчиками положення. Бункер, місткістю 50 літрів, виготовлений з харчової нержавіючої сталі та встановлюється на тензодатчиках.</p> <p>Комплектація дозатора:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Тензодатчики фірми «Flintec». • Місткість об'ємом 50 л. • Пульт управління. • Два крани з пневмоприводом. • Пневморозподільники. • Датчики положення [25].
3	Реактор (Мобільна установка УРСГ-100-1)	1	<p><i>Мобільна установка УРСГ-100-1 у складі реактора та вакуум системи.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Галузь застосування – Фармацевтична та косметична промисловості;</i> • <i>Тип корпусу, згідно ГОСТ 20680-2002 – 1 – зварний, з еліптичним днищем та еліптичною відкидною кришкою;</i> • <i>Робочий об'єм, л – 100;</i> • <i>Міп об'єм, що перемішується, л – 10 л;</i> • <i>Оснащення механізмами – Підйому (відкриття) кришки реактора, наявності якірної тихохідної мішалки, теплообмінної сорочки з вбудованими ТЕН, вакуум системи</i>

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4
			<ul style="list-style-type: none"> • Матеріали, що контактують із продуктом – Сталь AISI 316L; тефлон; silicon; • Матеріали, які не контактують із продуктом – Сталь AISI 304; • Робочий тиск у корпусі, бар – від – 0,7 до + 0,5; • Робоча T° у корпусі, °C – +18+ 95; • Тип мішалки – Якірна, асиметрична з розвиненою поверхнею перемішування та плаваючими скребками; <p>Габарити реактора, мм, не більше – Довжина: 1430, Ширина: 810, Висота: 1700 [25].</p>
4, 6	Насос	2	<p>Герметичний відцентровий насос з магнітною муфтою DM 10.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Продуктивність 1,0 – 13,0 м³/год (16,6 – 216 л/хв), напір до 13,5 м вод. ст. • Робоча точка насоса – подача 8 м³/год (133,3 л/хв) при тиску 8,5 м вод. ст. • Робоче колесо Ø 98 мм. • Вхід G 1 1/2" BSP. • Вихід G 1" BSP. • Розміри, мм – Довжина: 471, Діаметр корпусу: 146 [26].
5	Реактор-охолоджувач (Реактор РСГ-100)	1	<p>Реактор РСГ-100:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Об'єм, л – 100; • Робочий тиск у корпусі та у сорочці, бар – атмосферний: • Мінімальна допустима робоча температура у корпусі та у сорочці, °C – +5; • Максимальна робоча температура у корпусі та сорочці, °C – +80. • Габарити реактора, мм, – Довжина: 1073, Ширина: 1069, Висота: 1426 [27].

Продовження таблиці 4.7

1	2	3	4
7	Приймальний бункер	1	<p>Міцний приймальний бункер, призначени <i>Продовження таблиці 4.7</i> в автоматичних системах подачі продукту.</p> <p>Завантажувальний бункер для систем подачі може вміщувати до 90 кг продукту/110 л. Розміри: Ширина – 0,7 м; висота – 0,9 м [28].</p>
8	Гомогенізатор роторний для диспергування	1	<p>Гомогенізатор роторний для диспергування і приготування високодисперсних, гомогенізованих емульсій і суспензій, багатокомпонентний склад яких складається з речовин, що важко змішуються. Одночасно з диспергуванням гомогенізатор здійснює перекачування гомогенізованого продукту. Гомогенізатор обладнаний двигуном потужністю до 1,5 кВт, має продуктивність до 500 літрів на годину та змонтований на мобільному візку. Пульт оснащений частотним регулятором для регулювання обертів ротора, дисплеєм для відображення температури продукту, таймером, що відображає час роботи гомогенізатора, заздалегідь заданий оператором (без комутації процесів) і сигнальною лампою, що сигналізує про закінчення заданого інтервалу часу. Область застосування: харчова, косметична та фармацевтична промисловість.</p> <p>Габарити – Довжина: 1184 мм, Ширина: 500 мм, Висота: 1100 мм [29].</p>

1	2	3	4
9	Вакуум-збірник (Реактор РСГМ-100ВК)	1	<p>Реактор РСГМ-100ВК:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Робочий об'єм реактора, л – 100; • Робочий тиск у реакторі, бар – в корпусі: -0,9 до +2,5; у сорочці: атмосферний. • Матеріали виготовлення - сталь AISI 316 L, ASTM США(03X17H14M3 ГОСТ 5632-72), сталь AISI 304, ASTM США(08X18H10 ГОСТ 5632-72). • Розміри, мм – довжина: 1571, ширина: 750, висота: 1706 [30].

4.4. Розрахунок площ виробничих приміщень виробництва емульсійного крему.

Площа виробничих приміщень розраховується шляхом додавання до загальної площі технічних приміщень коефіцієнта запасу площ ($K = 20 - 40\%$). Виходячи з габаритних розмірів обладнання визначається загальна площа обладнання, ($F_{\Sigma_{об}}$) у квадратних метрах. Площа робочої зони розраховувалася з урахуванням коефіцієнта запасу площі ($K = 3 - 9$) і розраховувалася за формулою: $F = K \cdot F_{\Sigma_{об}}$.

Таблиця 4.8 – Площі обладнання та виробничого приміщення

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Габаритні розміри, м	Площа апарату, м ²	Загальна площа, м ²
1	2	3	4	5
Ваговий дозатор для рідин	2	d = 0,4	0,7	1,4
Реактор (Мобільна установка УРСГ-100-1)	1	d = 0,8	1,14	1,14
Насос	2	0,144 · 0,417	0,06	0,12
Реактор-охолоджувач (Реактор РСГ-100)	1	d = 1,0	1,14	1,14

1	2	3	4	5
Приймальний бункер	1	$0,7 \cdot 0,9$	0,63	0,63
Гомогенізатор роторний для диспергування	1	$1,18 \cdot 0,5$	0,59	0,59
Вакуум-збірник (Реактор РСГМ-100ВК)	1	$d = 0,7$	1,13	1,13
Разом	9	-	-	6,15

Розраховуємо площу основного приміщення, коефіцієнт запасу площі приймаємо $K = 9$:

$$F = 6,15 \cdot 9 = 55,35 \text{ (м}^2\text{)}$$

Виражаємо площу основного приміщення в будівельних квадратах

$$F_{ц} = 55,35 / 36 = 1,53 \approx 2 \text{ (буд.кв.)}$$

Розраховуємо площу допоміжних приміщень як 35 % від загальної площі цеху:

$$F_{д.п.} = 55,35 \cdot 0,35 = 19,37 \text{ (м}^2\text{)}$$

Виражаємо площу допоміжних приміщень в будівельних квадратах:

$$F_{д.п.} = 19,37 / 36 = 0,53 \approx 1 \text{ (буд.кв.)}$$

$$\text{Сумарна площа цеху } \Sigma F = 2 + 1 = 3 \text{ (буд.кв.)}$$

Цех виробництва кремів розташовано на одному поверсі площею 3 буд. кв.

4.5. Контроль якості емульсійного крему з маслом Ши.

Визначення стабільності емульсійних кремів.

Проводили визначення термостабільності за допомогою термостата. Вимірювання проводили для 4 приготовлених зразків, для цього відбирали по 2 г крему та визначали термостабільність при нормальних умовах та при підвищених температурах: 50°C і 80°C .

Результати визначення термостабільності кремів (зразки 1-4) при 50°C наведено на рис. 3.2



Рисунок 4.1 – Результати термостабільності зразків емульсійного крему з маслом Ши

Як видно з рис. 4.1 усі чотири зразки крему, включаючи контрольний, є стабільними емульсіями. Для дослідження використовували різну температуру, отримані дані наведені в табл. 4.9

Таблиця 4.9 – Термостабільність зразків емульсійного крему

Показники якості	Номер зразка			
	1	2	3	4 Контроль
Термостабільність 50° С	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Зріджений
80° С	Нестабільний	Нестабільний	Зріджений	Нестабільний

Також було проведено визначення колоїдної стабільності емульсійного крему. Для цього брали по 2 г кожного зразка та за допомогою центрифуги визначали стабільність зразків. Параметри досліджу: час 5 хв., кількість обертів X1000. Результати вимірювань наведено на рис. 3.3.

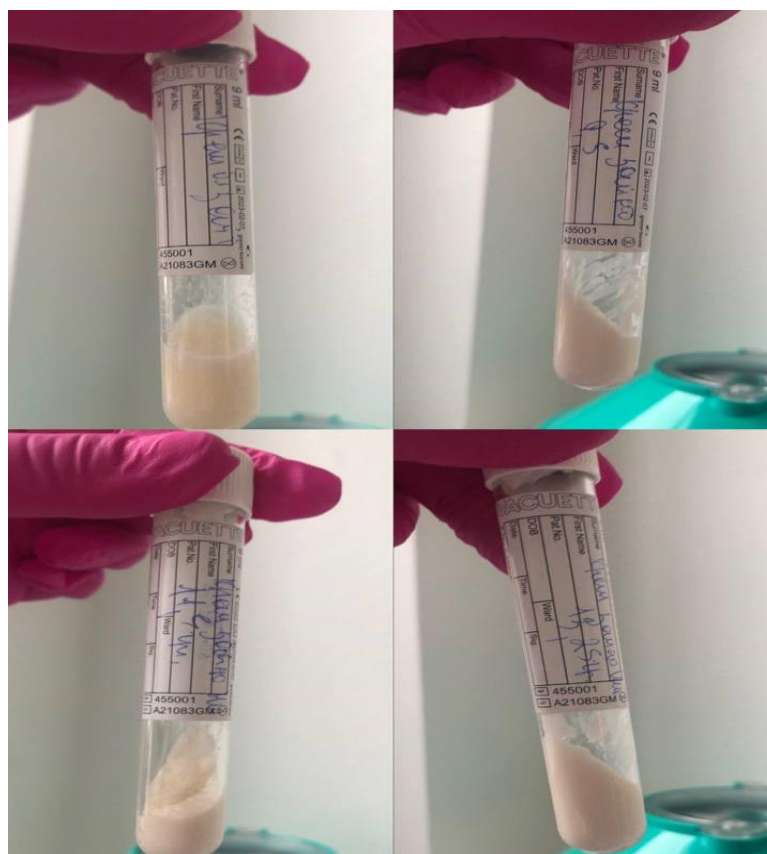


Рисунок 4.2 – Результати колоїдної стабільності емульсійних кремів з маслом Ши

Як видно на рис. 4.2 відсутність розшарування у всіх трьох зразках із різним вмістом масла Ши, окрім четвертого – контрольного, свідчить про їхню колоїдну стабільність. Отримані дані наведено в таблиці

Таблиця 4.10 – Колоїдна стабільність зразків емульсійного крему

Показники якості	Номер зразка			
	1	2	3	4 Контроль
Колоїдна стабільність	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Зріджений

Таким чином можна стверджувати, що при підвищеній температурі та різному вмістові масла Ши, одержані зразки виявилися колоїдно стабільними.

Також перевіряли величину рН косметичних кремів за допомогою рН-метра. Для проведення дослідження потрібно відважити 2 грами крему та

розбавили у 50 мл дистильованої води, далі занурювали в даний розчин рН-метр та фіксували результати. Одержані дані наведено на рис. 4.3.



Рисунок 4.3 – Результати вимірювання значення рН емульсійного крему з маслом Ши

Для визначення якості одержаних зразків емульсійного крему з маслом Ши використано методи органолептичного аналізу та фізико-хімічні методи. У дослідних зразках вміст масла Ши становив 9,5 г, 11,5 г та 13,25 г, відповідно. Порівняння усіх дослідних зразків проводили із контрольним зразком у якому відсутнє масло Ши.

Результати досліджень наведено у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Величина водневого показника рН дослідних зразків емульсійного крему

Показник якості	Номер зразка			
	1	2	3	4
рН (5,0-9,0)	6,2	6,1	6,1	6,1

Отже, на основі удосконаленої рецептури розроблено технологію емульсійного крему з додаванням масла Ши типу “олія/вода”. У результаті проведених досліджень можна зробити висновок про те, що крем, отриманий за розробленою рецептурою, відповідає стандартним вимогам: є термостабільним, має колоїдну стабільність, та добру кремопобідну консистенцію, яка легко наноситься та розповсюджується на шкірі обличчя. Це дозволяє його рекомендувати виробникам косметичної продукції для впровадження у виробництво.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Для визначення доцільності даного виробництва розрахуємо калькуляцію собівартості виробництва емульсійного крему.

Таблиця 5.1 – Потреба в сировині та основних матеріалах на 100 кг виробництва емульсійного крему

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн/кг	Сума, грн/100 кг
Вода дистильована	кг	74,5	30,00	2235,00
Масло Ши	кг	11,5	279,00	3209,00
Моностеарат гліцерину	кг	4,3	153,00	657,00
Цетиловий спирт	кг	3,7	250,00	925,00
Олівем 1000	кг	2,4	1862,00	4468,00
Лецитин	кг	1,6	3480,00	5568,00
Стеаринова кислота	кг	1,0	76,00	76,00
Euxyl pe 9010	кг	1,0	129,00	129,00
Всього	кг	100	6259,00	17267,00

Отже, витрати на сировину та основні матеріали на 100 кг косметичного емульсійного крему складуть 17267 грн./100 кг.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 4%, що складають 994 грн./100 кг. Тож всього витрати становлять 18261 грн./100 кг.

Косметичний крем будемо випускати в баночках по 50 мл, тобто на 100 кг припадає 2 000 баночок готової продукції.

Розрахуємо допоміжні та таропакувальні матеріали на виготовлення косметичного емульсійного крему.

Таблиця 5.2 – Потреба в допоміжних та таропакувальних матеріалах на 100 кг виробництва косметичного емульсійного крему

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн
Баночка	шт.	2000	2,50	5000,00
Кришка	шт.	2000	1,25	2500,00
Етикетка	шт.	2000	0,20	400,00
Миючі засоби для миття обладнання	кг	0,5	54	27,00
Всього	-	-	-	7927,00

Отже, витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали на 100 кг косметичного емульсійного крему складуть 7927 грн./100 кг. Транспортні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо в розмірі 4%, що складуть 317 грн./100 кг. Тож, разом становлять 8244 грн./100 кг.

Витрати енергоресурсів на одиницю продукції розраховують, виходячи з норм витрати на одиницю продукції і вартості 1 кВт/год. електроенергії, 1 м³ газу та води.

Таблиця 5.3 – Вартість витрат енергоресурсів на 100 кг виробництва косметичного емульсійного крему

Енергоресурс	Одиниця вимірювання	Норми витрат на 100 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн
Газ	м ³	3	7,80	23,40
Електроенергія	кВт	11	1,68	18,48
Вода гаряча	м ³	1	97,89	97,89
Вода холодна	кг	3	30,38	91,14
Всього	-	-	-	230,91

Енерговитрати на 100 кг косметичного емульсійного крему складають 230,91 грн./100 кг.

Витрат по статті «Зворотні відходи» немає.

Розрахуємо річний обсяг виробництва косметичного емульсійного крему. Наше обладнання буде працювати в зміну по 8 годин. За годину виготовляється 12,5 кг продукції.

Розраховуємо добову потужність виробництва косметичного емульсійного крему:

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

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

Маємо:

$$P_{\text{доб}} = 12,5 \cdot 8 \cdot 1 = 100 \text{ кг}$$

За добу наше підприємство буде випускати 100 кг косметичного емульсійного крему.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою:

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

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

Тоді фактичний добовий обсяг виробництва косметичного емульсійного крему:

$$P_{\text{факт}} = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ кг}$$

Тоді річний обсяг виробництва знайдемо за формулою:

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

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

Отже, річний обсяг виробництва косметичного емульсійного крему:

$$O = 80 \cdot 365 = 29200 \text{ кг.}$$

Наступний крок – розрахунок основної заробітної плати працівників. Тривалість зміни 8 год. Кількість робочих днів 365, підприємство працює без вихідних та свят. Посадові оклади для працівників 2-5 тарифних розрядів розраховують множенням окладу працівника 1-го тарифного розряду та відповідний тарифний коефіцієнт. Тарифний коефіцієнт працівника 4-горозряду складає 1,54, а II – 1,17.

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

Професія	Кількість робітників в на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати, грн
Інженер-технолог	1	IV	38,00	8,00	110960,00
Апаратник приготування косметичних засобів	1	IV	38,00	8,00	110960,00

Продовження таблиці 5.4

Варник-вальцювальник косметичної маси	1	III	33,60	8,00	98112,00
Укладальник-пакувальник	2	II	28,70	8,00	167608,00
Підсобний робітник	1	II	28,70	8,00	83804,00
Всього	6	-	-	-	571444,00

Отже, основна заробітна плата робітників за рік складає 571444,00 грн. Витрати по даній статті складуть 2495,00 грн./100 кг.

Додаткова заробітна плата – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці.

Додаткову заробітну плату приймаємо як 30% від основної заробітної плати.

ЄСФ приймаємо як 22% від основної заробітної плати.

Розраховуємо додаткову заробітну плату працівників та нарахування до ЄСФ.

Таблиця 5.5 – Додаткова заробітна плата працівників та відрахування ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн./100 кг
Додаткова заробітна плата	30% від ОЗП	748,00
Загальний фонд заробітної плати (ОЗП+ДЗП), грн		3243,00
Відрахування до ЄВФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	713,50

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становлять 748,00 грн./100 кг, а сума відрахувань до ЄСФ – 713,50 грн./100 кг.

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

$$2495 \cdot 2 = 4990 \text{ грн/100 кг}$$

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

$$2495 \cdot 0,1 = 249,5 \text{ грн/100 кг.}$$

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

$$2495 \cdot 3 = 7485 \text{ грн/100 кг.}$$

Розрахуємо виробничу собівартість виробництва косметичного емульсійного крему:

$$18261 + 8244 + 230,91 + 2495 + 748 + 713,5 + 4990 + 249,5 + 7485 = 43417 \text{ грн/100 кг.}$$

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

$$43417 \cdot 0,025 = 1085 \text{ грн/100 кг.}$$

Розраховуємо витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$43417 \cdot 0,03 = 1302 \text{ грн/100 кг.}$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1% від виробничої собівартості:

$$43417 \cdot 0,01 = 434 \text{ грн/100 кг.}$$

Отже, повні витрати на виробництві косметичного емульсійного крему становлять:

$$43417 + 1085 + 1302 + 434 = 46238 \text{ грн/100 кг.}$$

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

$$46238 \cdot 292 = 13501469,72 \text{ грн.}$$

Розрахуємо відпускну ціну косметичного емульсійного крему.

Таблиця 5.6 – Відпускна ціна косметичного емульсійного крему

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн./100 кг	46238,00
Рентабельність, %	85,00
Прибуток	38093,00
Відпускна ціна без ПДВ, грн	84331,00
ПДВ 20%	20091,74
Паливо та енергія на технологічні цілі	230,91
Основна заробітна плата робітників	2495,00
Додаткова заробітна плата	748,00
Відрахування до ЄСВ	713,50
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	4990,00
Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	249,5
Загальновиробничі витрати	7485,00
Виробнича собівартість	43417,00
Адміністративні витрати	1275,00
Витрати на збут	1530,00
Інші операційні витрати	510,00

Оскільки, 100 кг косметичного емульсійного крему це 2000 баночок по 50 г, то ціна за одну баночку складе:

$$104422,74 / 2000 = 52,2 \text{ грн.}$$

У порівнянні із існуючими в Україні засобами, виробництво емульсійного крему з додаванням олії Ши є конкурентоспроможним, та може бути представлене для виробництва на підприємствах.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Екологічна безпека запропонованого виробництва.

Нині загально визнані загрозові тенденції зростання залежності суспільства від природного середовища через вичерпання природних ресурсів, зменшення асиміляційного потенціалу навколишнього середовища, втрати ним первинних властивостей. Основними причинами цього є прийняття екологічно необґрунтованих рішень; неефективне використання природних ресурсів; споживацьке ставлення до природних ресурсів, домінування поточних інтересів над перспективними; недосконале екологічне обґрунтування проєктів; недосконалість системи державного управління, законодавчого забезпечення, організаційних механізмів у природокористуванні. Тому постає нагальна потреба реформи інститутів корпоративного екологоорієнтованого управління. Йдеться не просто про імплементацію екологічних імперативів у структуру управління підприємством, а переорієнтацію мислення, системи прийняття управлінських рішень, критеріїв ефективності згідно принципів екоефективності та екосправедливості [52].

Водночас, характерними ознаками господарського комплексу нашої держави є технологічна криза, фізична та моральна застарілість обладнання та технологій, високі ресурсо-, відходо- та енергоємність виробничих процесів, викривлена, незбалансована та диспропорційна галузева та територіальна структура економіки. Трансформаційні процеси в економіці повинні здійснюватися із врахуванням екологічного імперативу, адже саме момент зародження нових економічних зв'язків, яким є період трансформації економіки, є найбільш лущим для спрямування їх у потрібне, екологічно сприятливе русло, що лежать в основі екологоорієнтованого менеджменту.

Екологічна безпека передбачає задоволення екопотреб у всіх виявах життєдіяльності, гарантію проживання в екологічно чистому та сприятливому для життєдіяльності середовищі [53].

Коли йдеться про екологічну безпеку підприємства, то розглядають дві позиції:

1) захищеність довкілля, людей від негативного впливу діяльності підприємства;

2) захищеність підприємства від екологічних загроз.

Виходячи з цього, виділяються внутрішні та зовнішні загрози екологічній безпеці підприємства.

Перша позиція виходить з того, що господарська діяльність пов'язана з витратами ресурсів, негативним впливом на довкілля через викиди, скиди, відходи виробничої діяльності, порушення природних ландшафтів, шкідливі умови праці, що призводить до професійних захворювань, нещасних випадків тощо. Для багатьох підприємств характерний високий рівень морального та фізичного старіння обладнання, використання застарілих технологій та технічних засобів, залишковий принцип фінансування природоохоронних заходів та капітальних вкладень в очисні споруди. Крім того приймаються управлінські рішення, де пріоритетом є економічні інтереси без урахування екологічних аспектів діяльності, наявні випадки порушення технології, техніки безпеки та принципів екологобезпечного виробництва.

Недотримання умов екологічної безпеки призводить до збільшення витрат підприємства. Зокрема, якщо є шкідливе виробництво, зростають відповідні доплати, витрати на виплату пільгових пенсій, компенсації при професійних захворюваннях, травмах на виробництві. Якщо підприємство використовує природні ресурси, то стають платниками збору за спеціальне використання природних ресурсів на основі встановлених нормативів і лімітів, що відноситься до витрат на виробництво. Понаднормове використання оплачується з прибутку. Аналогічна ситуація зі збором за забруднення навколишнього природного середовища, що встановлюється на основі фактичних обсягів викидів і лімітів.

Друга позиція, пов'язана з зовнішніми загрозами екологічній безпеці підприємств, визначається, в першу чергу, сферою та специфікою їх діяльності. Зокрема, для підприємств сільськогосподарської сфери, лісового господарства та інших підприємств-природокористувачів, важливі природнокліматичні, природоресурсні умови, відсутність природних та техногенних катаклізмів. Для багатьох закладів сфери послуг важливе чисте довкілля, повітря, наявність непорушених екосистем, якісної прісної води (туризм, рекреація).

В цьому контексті екологічна безпека підприємства пов'язується з: наявністю сприятливих природно-кліматичних умов; наявністю та доступністю до необхідних природних ресурсів, у тому числі, водних, земельних; відсутністю загроз природного та техногенного походження (в тому числі радіаційного, акустичного, іонізуючого, хвильового); відсутністю негативного впливу – забруднень, шкідливих відходів, з боку інших суб'єктів; наявністю дієвої правової бази та системи управління охороною навколишнього природного середовища; дотриманням екологічних нормативів, технічних, санітарно-гігієнічних, будівельних та інших норм і правил, що містять вимоги щодо охорони довкілля.

Оскільки екологізація виробництва відображає довготермінові цілі розвитку підприємства, екологічну безпеку в системі менеджменту підприємства доцільно розглядати як критерій прийняття стратегічних рішень щодо: забезпечення відповідності усіх аспектів функціонування підприємств вимогам чинного екологічного законодавства та національних і міжнародних екологічних стандартів; забезпечення екологічного оздоровлення та відтворення порушених екосистем; використання екологобезпечних ресурсів та технологій; підготовки фахівців, які приймають екологомотивовані управлінські рішення; використання в системі управління підприємствами екологічного менеджменту; формування ефективної системи інформаційно-аналітичного забезпечення управління екологічною безпекою [54].

6.2. Вплив виробництва на навколишнє середовище.

Охорона довкілля – це система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки. Це сукупність державних, адміністративних, правових, економічних, політичних і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення і збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Охорона навколишнього середовища перетворилася в глобальну проблему, пов'язану головним чином зі зростанням антропогенного впливу. Це зумовлено демографічним вибухом, урбанізацією, що прискорюється, і розвитком гірничих розробок і комунікацій, забрудненням навколишнього середовища відходами, надмірним навантаженням на орні землі, пасовища, ліси, водойми. У результаті гірничо-технічної діяльності у світі порушено не менше 15 – 20 млн га земель, з них 59% площі використано під різні гірничі виробки, 38% – під відвали пустої породи або відходів збагачення, 3% – місця осідання, провалів та інших порушень поверхні, пов'язаних з підземними розробками. Інколи порушення правил ведення гірничих робіт чи масштабна аварія призводить до катастрофічних незворотних наслідків.

Основними заходами, спрямованими на охорону довкілля є:

- обмеження викидів в атмосферу та гідросферу з метою поліпшення загальної екологічної обстановки;
- створення заповідників, заказників і національних парків з метою збереження природних комплексів;
- обмеження лову риби, полювання з метою збереження певних видів;
- обмеження несанкціонованого викидання сміття.

Однією з найгостріших екологічних проблем, зумовлених посиленням техногенного впливу на природне середовище є стан атмосферного повітря.

Вона включає ряд аспектів. По-перше, охорона озонового шару, необхідна у зв'язку із зростанням забруднення атмосфери фреонами, оксидами азоту тощо. До середини ХХІ ст. це може призвести, за оцінками, до зниження вмісту стратосферного озону на 15%. По-друге, зростання концентрації CO₂ (це вуглекислий газ), що відбувається в основному за рахунок згоряння викопного палива, зменшення площ лісів, виснаження гумусового шару і деградації ґрунтів. До середини ХХІ ст. очікується подвоєння концентрації газу, що мала місце перед початком НТР.

Також актуальним є охорона водних ресурсів. Проблема забруднення та виснаження водних ресурсів викликана зростанням використання води промисловістю, сільським і житловокомунальним господарствам, з одного боку, і забрудненням водних об'єктів – з іншого.

Однією з головних екологічних проблем є погіршення стану земельних ресурсів. За історичний час внаслідок вияву прискореної ерозії, дефляції та інших негативних процесів людство втратило майже 2 млрд. га продуктивних земель.

В Україні питання охорони навколишнього середовища офіційно перебувають у компетенції Міністерства екології і природних ресурсів, але напряду стосуються кожного громадянина. Тому існує низка формальних і неформальних організацій, товариств і рухів охорони довкілля, що дозволяють діяти локально і більш оперативно, ніж державним структурам.

Міжнародний союз охорони природи (МСОП) об'єднує як державні, так і недержавні громадські організації. Вони визначають загальну політику МСОП, розробляють засади поточної роботи, та обирають Раду МСОП на Світових конгресах МСОП, що скликаються регулярно. Організаційчлени можуть групуватись в Національні та Регіональні спільноти [55].

У результаті діяльності проєктованого виробництва буде виділятися невелика кількість відходів, які не становлять загрози навколишньому середовищу. Рідкі відходи складаються зі стічних вод, що утворюються на

стадії санітарної підготовки виробництва. Перед скиданням їх до каналізаційної системи, вони проходять попередню нейтралізацію.

Об'єм газоподібних викидів, що утворюються при роботі вентиляційної системи в приміщеннях виробництва, є досить незначним та не має шкідливих та токсичних домішок, які б могли зашкодити навколишньому середовищу, тому не потребують додаткового очищення.

Упаковки від миючих засобів та компонентів крему належать до твердих відходів, які сортують окремо (поліетилен, полівінілхлорид та папір) та відправляють для переробки до пунктів прийому вторинної сировини.

Підприємство має невелику кількість відходів, які не становлять загрози навколишньому середовищу, тому не погіршує екологічний стан країни, та може бути запропоноване для виробництва.

6.3. Заходи з охорони атмосферного повітря, очистка перед викидом в атмосферу (від забруднення).

Очищення газоподібних викидів виробництва емульсійного крему можна здійснюють за допомогою скрубєрів.

Одним із таких скрубєрів згідно [56] можна рекомендувати для використання у запропонованій технології виробництва крему.

Кільцевий скрубєр (рис. 6.1) використовують для очищення запиленого газового потоку за рахунок мокрого пиловидалення в кільцевому скрубєрі за допомогою упорскуваної промивальної рідини, який відрізняється тим, що щонайменше часткова кількість промивальної рідини, переважно вся промивальна рідина, упорскується у газовий потік проти напрямку його протікання) [56].

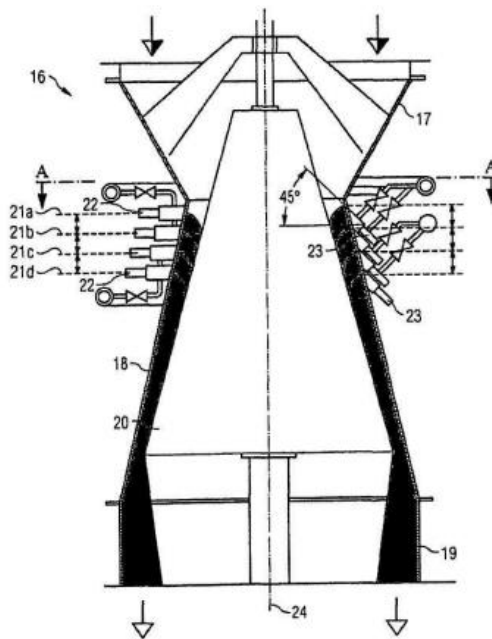


Рисунок 6.1 – Розрізи кільцевих скруберів

На рис. 6.1 змальовано два поздовжні розрізи половин сторін двох різних варіантів кільцевого скрубера 16 відносно встановлення сопел. Корпус містить частину, яка безперервно звужується у напрямі протікання очищуваного газового потоку – конфузор 17, частину, яка безпосередньо примикає до неї та безперервно розширюється, – дифузор 18 і частину 19 постійного перерізу, яка примикає до неї. У цих частинах корпусу кільцевого скрубера 16 встановлене створююче 25 кільцевий зазор тіло 20, верхня частина якого конічно звужується проти напрямку протікання, а тупа верхня торцева сторона направлена знизу у нижню частину конфузора 17.

Нижня частина тіла 20 починається на висоті переходу від дифузора 18 до частини 19 корпусів і звужується у напрямі протікання. Корпус і тіло 20 виконані, в основному, обертально-симетричними. Тіло 20 розташоване в корпусі з можливістю осьового переміщення. За рахунок цього відповідну ширину кільцевого зазору можна підганяти до масового потоку протікання газу.

На відміну від традиційних кільцевих скруберів, над конфузором 17 не передбачена центральна форсунка для уприскування промивальної рідини. Навпаки, у входній зоні кільцевого зазору в чотирьох лежачих одна за одною

у напрямі протікання площинах розташовані направлені у кільцевий зазор форсунки 22, 23. Отже, вони розташовані в цих площинах 21a, 21b, 21c, 21 d, лежачих одна за одною, якщо дивитися від конфузора 17 у напрямі дифузора 18 вздовж поздовжньої осі 24 кільцевого скрубера 16. Всі площини перпендикулярні поздовжній осі 24, тобто є площинами перерізу проточного каналу в кільцевому зазорі. Форсунки 22 у варіанті на фіг.3 зліва розташовані перпендикулярно поздовжній осі 24 кільцевого скрубера 16, а форсунки 23 справа встановлені під гострим кутом 45° до неї. В обох випадках уприскування промивальної рідини відбувається із складовою швидкості проти напрямку протікання газового потоку в кільцевому зазорі. Цим досягається максимально можлива відносна швидкістю між газовим потоком і промивальною рідиною [56].

6.4. Очистка стічних вод перед скидом у водойми.

Очищення рідких відходів виробництва пропонується здійснювати із використання одного із методів біологічної очистки, а саме установки аеротенків. Даний метод може використовуватись при виробництві косметичного емульсійного крему з маслом Ши.

Аеротенк – споруда для штучного біологічного очищення стічних вод за допомогою активного мулу (бактерії-мінералізатори та нижчі організми) і продування повітрям (аерації). Зображено на рисунку 6.2.

Аеротенк являє собою бетонний проточний басейн глибиною 3–5 м, шириною 3–12 м і довжиною до 150 м. Повітря, що подається через закладені в дні аеротенка пористі пластинки (фільтроси), перемішує попередньо відстояну суміш стічної рідини і активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення. Активний мул випадає у вторинних відстійниках, звідки знову перекачується в аеротенк, а його приріст (завислі речовини) скидається для обробки (бродіння) з осадом первинних відстійників. Час перебування стічної рідини в аеротенку 6–12 годин.

Аеротенк – це реактор, в якому при контакті трьох фаз: стічної води (забруднень) + активного мулу (АМ) + кисню, завдяки масопереносу та біохімічному руйнуванню органічних речовин (ферментативна реакція), відбувається очищення стічних вод. На швидкість цього механізму впливають: склад і властивості стічних вод, гідродинамічні умови перемішування, температура стічних вод тощо.



Рисунок 6.2 – Зображення повздовжнього аеротенка та аеротенка круглої форми

Процес очищення оцінюють за станом активного мулу, який є основним агрегатом (скупчення гідробіонтів, переважно аеробів і забруднень стічних вод) очистки, зображеного на рис. 6.3. Пластівці активного мулу в аеротенках перебувають у завислому стані. Відмінна риса аеротенку як споруди для біологічного очищення полягає в тім, що процес очищення можна регулювати до необхідного по місцевих умовах ступеня. Чим довший процеси аерації, чим більше повітря й активного мулу, тим краще очищується вода.



Рисунок 6.3 – Традиційне біологічне очищення води в аеротенку.

Аеротенки класифікують за різними параметрами, але найбільше застосовується класифікація по технологічному режиму, яка вказує на кінетику та швидкість окисних процесів. Аеротенки класифікують за двома технологічними режимами: змішування та витиснення.

Аеротенки витиснювачі. Перевагами використання аеротенків-витискувачів є практично повне вилучення всього забруднення зі стічної води. Це споруди, в яких стічні води проходять послідовно по коридорах без повного перемішування, а біохімічні процеси по довжині проходять з різною швидкістю, тобто рівень забруднень за БСК зменшується поступово. Аеротенк-витиснювач працює так (рис. 6.4). Стічні води після первинних відстійників по лотках (1) надходять в аеротенки (зону 2), де відбувається очищення стічних вод за допомогою сорбційно-окисних процесів. По трубопроводу (3) подається зворотній активний мул через регенераційний коридор (4). Після регенератора активний мул змішується зі стічною водою та, контактуючи зі стислим повітрям (5), продовжує рух по коридорам, залишає секцію аеротенка, та по лотках (6) надходить на вторинні відстійники. Для розчинення стислого повітря на дрібнодисперсні бульбашки аеротенк обладнують спеціальним каналом (7). Канал перекритий фільтраційними пластинами, що забезпечує подрібнення та рівномірний розподіл повітря [57].

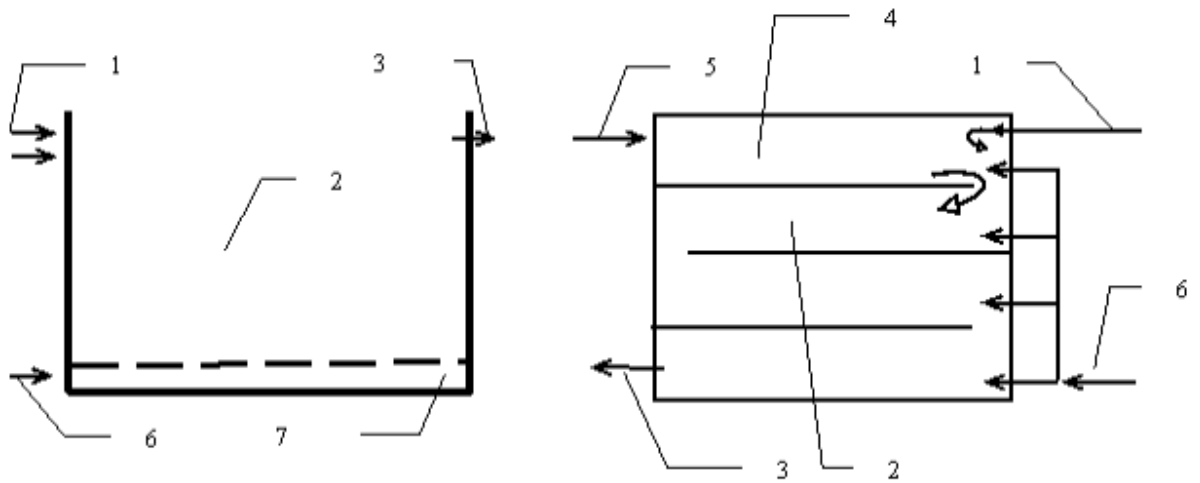


Рисунок 6.4 – Технологічна схема аеротенка-витиснювача: ліворуч – повздовжній розріз, праворуч – план: 1 – подача стічних вод від первинних відстійників; 2 – коридори (зона аерації) аеротенка; 3 – відвід суміші очищеної води та відпрацьованого активного мулу на вторинні відстійники; 4 – зона регенерації; 5 – підвід до регенератора зворотного активного мулу; 6 – підвід стисненого повітря при пневматичній аерації; 7 – повітрярозподільчий канал, перекритий фільтросними дифузорами повітря .

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

При виробництві косметичних засобів по догляду за шкірою обличчя використовуються кислоти, олії, емульгатори, та інші компоненти, що можуть містити небезпечність при роботі, тому виробництво має дотримуватись всіх нижче вказаних вимог задля безпеки.

7.1. Вимоги безпеки на території.

1.1. Виробництво парфумерно-косметичної продукції повинно мати санітарно-захисну зону, встановлену відповідно до вимог Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 року № 173, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 24 липня 1996 року за № 379/1404.

1.2. На маршрутах руху транспортних засобів територією суб'єкта господарювання повинні бути розміщені дорожні знаки і покажчики безпеки руху відповідно до вимог Правил дорожнього руху, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 року № 1306, та ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування».

Улаштування і утримування транспортних шляхів на території та у виробничих приміщеннях необхідно здійснювати відповідно до вимог ГОСТ 12.3.020-80 [62].

1.3. Небезпечні зони в межах території суб'єкта господарювання, транспортних шляхів у виробничих приміщеннях і на робочих місцях необхідно позначати відповідними знаками безпеки відповідно до вимог Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 року № 1262 (далі - Технічний регламент знаків безпеки).

1.4. На території вибух пожежонебезпечних та пожежонебезпечних об'єктів, а також в місцях зберігання та переробки горючих матеріалів застосування відкритого вогню не дозволяється.

1.5. Територія суб'єкта господарювання повинна утримуватись в чистоті. Не допускається влаштовувати звалища горючих відходів. У місцях виконання робіт, руху працівників та транспорту необхідно систематично прибирати сміття і відходи виробництва. Не дозволяється загромадження проїздів, під'їздів, а також підступів до зовнішніх стаціонарних пожежних драбин, пожежного інвентарю та засобів пожежогасіння.

Прибирання території суб'єкта господарювання повинно проводитись щодня: влітку для запобігання запиленню її слід регулярно поливати; взимку проїзди і проходи повинні систематично очищатись від снігу і льоду, посипатись піском [62].

1.6. Для збирання і тимчасового зберігання відходів виробництва і сміття повинні бути влаштовані водонепроникні, зі щільними кришками збірники ємкістю не більше дводенного накопичення відходів.

1.7. Для вантажно-розвантажувальних робіт можуть споруджуватись постійні чи тимчасові вантажно-розвантажувальні майданчики (платформи, естакади) висотою на рівні підлоги вагона або кузова автомашини чи зливально-наливальні пристрої для рідких продуктів (мазут, спирт тощо) відповідно до вимог ГОСТ 12.3.009-76 та ГОСТ 12.3.020. [62].

7.2. Вимоги до організації робочих місць.

2.1. Роботодавець повинен забезпечити захист працівників від небезпечної дії хімічних речовин під час виробництва парфумерно-косметичної продукції, що існує або виникає внаслідок впливу цих хімічних речовин, відповідно до Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 22 березня 2012 року № 627, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10 квітня 2012 року за № 521/20834 (НПАОП 0.00-8.11-12).

2.2. Роботодавець повинен організувати контроль параметрів повітря робочої зони на вміст шкідливих речовин відповідно до вимог ГОСТ

12.1.005-88 (далі - ГОСТ 12.1.005) у строки, визначені залежно від класу небезпеки речовин згідно з вимогами ГОСТ 12.1.007.

У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати ГДК відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005.

2.3. Під час виконання робіт, пов'язаних з обслуговуванням електроустановок, роботодавець повинен забезпечити працівників засобами електрозахисту відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок, затверджених наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 06 жовтня 1997 року № 257, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 13 січня 1998 року за № 11/2451 (далі - НПАОП 40.1-1.01-97), та Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 року № 476, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 13 березня 2003 року за № 203/7524 [62].

2.4. Робочі місця працівників повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.032-78 та ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009.

2.5. Улаштування робочого місця повинно забезпечувати можливість зручного регулювання його розмірів та експлуатаційних параметрів з урахуванням специфіки виконуваної роботи та антропометричних характеристик працівника відповідно до вимог ДСТУ 7234:2011 «Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки».

2.6. Робочі місця працівників, які керують виробничим обладнанням, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.064-81 та ГОСТ 12.2.064.

2.7. Пульти керування обладнанням з підвищеними рівнями теплового випромінювання повинні влаштовуватися в ізольованих приміщеннях для забезпечення параметрів мікроклімату (температури та вологості повітря) відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99 [62].

2.8. У приміщеннях, де використовується устаткування, робота якого створює підвищений рівень шуму, необхідно використовувати колективні засоби захисту: звукоізолювальні (кожухи, екрани, кабіни) та

звукопоглинальні пристрої (облицювальні, штучні звукопоглиначі); глушники аеродинамічного шуму; огорожувальні пристрої відповідно до вимог ДСТУ 7238:2011 .

2.9. Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99, затвердженими постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 39.

Обладнання, під час роботи якого виникає підвищений рівень вібрації, повинно оснащуватись віброізолювальними, віброгасильними, вібропоглинальними або огорожувальними пристроями.

2.10. Вібрація, яку створюють ручні машини, обладнані двигунами, при роботі яких маса ручної машини повністю або частково сприймається руками оператора, не повинна перевищувати допустимих значень [62].

Маса вібруючого устаткування або його частин, що утримується руками у різних положеннях в процесі праці, не повинна перевищувати 10 кг, якщо технічні вимоги не передбачають більш жорстких обмежень.

2.11. При роботі з вібруючим устаткуванням сумарний час контакту з вібруючими поверхнями не повинен перевищувати 75% тривалості робочого часу.

2.12. Засоби захисту від статичної електрики у пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.018-93 .

2.13. Розміщення обладнання у виробничих приміщеннях та на відкритих майданчиках повинно забезпечувати зручну і безпечну його експлуатацію, можливість проведення ремонтних робіт та організації оперативних заходів щодо запобігання аварійним ситуаціям або локалізації аварій.

2.14. У пожежонебезпечних зонах необхідно застосовувати кабелі та проводи, які не поширюють горіння [62].

2.15. На робочих місцях повинні знаходитись інструкції з охорони праці, розроблені відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.15-98.

2.16. Місця можливого виділення шкідливих речовин необхідно обладнати відсмоктувачами місцевої витяжної вентиляції.

Заборонено об'єднувати місцеві відсмоктувачі від різного устаткування в одну систему.

Для очищення вибухонебезпечної пилоповітряної суміші необхідно використовувати пиловловлювачі або фільтри.

2.17. Робоче місце не повинно бути захаращене сторонніми предметами, готовою продукцією та відходами виробництва.

2.18. У виробничих приміщеннях повинна бути встановлена система автоматичного включення аварійної вентиляції, заблокована з газоаналізаторами.

У разі виникнення аварійної ситуації автоматизоване управління технологічними процесами та системою протиаварійного захисту повинно забезпечувати відключення всієї лінії.

Крім системи автоматичного вмикання аварійної вентиляції повинна бути передбачена можливість ручного вмикання аварійної вентиляції за допомогою пускових пристроїв.

2.19. Робочі місця повинні бути розташовані поза зоною переміщення механізмів та вантажів, забезпечувати зручність спостереження за технологічним процесом та керування ним [62].

7.3. Вимоги безпеки при постачанні і транспортуванні кислот, лугів та інших хімічних речовин, що використовуються у виробництві.

При виробництві емульсійного крему, ми використовуємо стеаринову кислоту, що є небезпечна для людського організму, тому створені спеціальні вимоги для усунення небезпечних випадків на виробництві емульсійного крему з маслом Ши.

3.1. Кислоти, луги і інші хімічні речовини, що використовуються в виробництві і в лабораторії, повинні зберігатися на хімічному складі або в спеціально відповідальних місцях.

3.2. Процеси, пов'язані з розвантаженням, транспортом і укладанням хімікатів на складах, повинні бути механізовані, недопустиме розпилювання і виділення хімікатів у повітря та розливання по підлозі.

3.3. Транспортування і завантаження кислоти, лугів і небезпечних речовин повинна забезпечувати відповідність сертифікату хімічній безпеці цього речовини відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 30333 і ДСТУ ГОСТ 31340 [62].

3.4. Ємності для кислот і лугів повинні бути встановлені на піддонах, які утворюються в результаті розгортання, що запобігає витіканню рідини в сусідніх зонах. Висота вала повинна бути на 0,2 м вище розрахункового рівня рідини.

Ємності для кислот та лугів повинні бути закриті, оснащені верхньою і нижньою люками, переливними трубами і кранами для запасних резервуарів, повітряним клапаном, кришкою рівня, насадкою для дренажу.

Трубопроводи для кислот і лугів не повинні мати фланцевих з'єднань за пропусками і повинні бути захищені металевими кожухами.

3.5. Кислоти і луги з залізничних цистерн повинні здійснюватися через верхній підйомник з пневматичним або сифонним способом. Подача кислот і лугів в тару, збірні прилади та виробниче обладнання повинне здійснюється закритим струмом з використанням насосів, сифонів, вакуумів і гравітацій.

Не допускається перенос кислот і лугів в відкриті ємності [63].

3.6. Транспортування вантажів, які знаходяться в скляній тарі (кислот, лугів, їдких хімічних речовин), повинно виконуватись у спеціально пристосованих для цього ношах, візках із гніздами за розміром тари, що перевозиться; стінки гнізд повинні бути оббиті м'яким матеріалом (рогожа, повсть); скляна тара повинна встановлюватись у гнізда збоку, для чого гнізда повинні мати бічні дверцята із замками

3.7. У складських приміщеннях бутлі з кислотами повинні зберігатись у кошиках або дерев'яних обрешітках, висланих зсередини соломною або стружкою, змоченими розчином хлористого кальцію.

3.8. Ручне перенесення скляної тари з хімічними речовинами допускається двома працівниками на відстань не більше 25 м по рівній поверхні з прийняттям необхідних заходів проти розбризкування [64].

7.4. Вимоги безпеки до контрольних механізмів.

4.1. Механізми управління промисловим обладнанням повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.064 і мати чіткі знаки або написи, що пояснюють їх функціональне призначення («ПУСК», «ЗУПИНКА», «АВАРІЙНА СИТУАЦІЯ»). Конструкція і розташування механізмів управління повинні виключати можливість самовільного і автономного включення і виключення обладнання.

4.2. На обладнанні, що обслуговується одним співробітником, чия зона обслуговування перевищує 2,5 м, дозволяється встановлювати кнопки «СТАРТ» і «СТОП», щоб працівник міг бачити їх з будь-якого місця в робочій зоні.

4.3. Устаткування і його пускове обладнання, розташоване в різних виробничих приміщеннях, а також складні агрегати в поєднанні з виробничим циклом, повинні бути оснащені:

- звуковою або світловою сигналізацією (для повідомлення про готовність включити цей механізм або набір механізмів від співробітника, відповідального за їх обслуговування);
- пристроями, що виключають можливість віддаленого запуску для ремонту механізмів або ліній (вимикачі, перемикачі, вилки ізоляції).

4.4. Блоки управління виробничим обладнанням, які обслуговуються декількома працівниками одночасно, повинні мати блокування, що забезпечує необхідну послідовність дій [65].

Додаткові аварійні вимикачі повинні бути передбачені, коли частина устаткування, яка небезпечна для працівників, знаходиться поза полем зору працівника.

4.5. Надзвичайно великі машини, для обслуговування яких оператор повинен перебувати в русі, а також конвеєри, довжина яких перевищує 10 м, повинні мати аварійні кнопки «СТОП». Кількість аварійних кнопок повинно бути таким, щоб відстань між ними не перевищувала 10 м і щоб до них був вільний доступ з будь-якого місця, де може перебувати співробітник. При розміщенні обладнання в прилеглих приміщеннях кнопки аварійної зупинки «СТОП» повинні бути в кожній кімнаті.

Крім того, конвеєри в основній і хвостовій частинах повинні бути оснащені аварійними кнопками для зупинки конвеєрів.

У місцях підвищеної небезпеки конвеєри повинні бути оснащені додатковими замикаючими пристроями для зупинки конвеєра в надзвичайних ситуаціях де-небудь з боку проходу для обслуговування [62].

4.6. Конвеєри довжиною понад 50 м або проходять через ряд суміжних приміщень повинні бути обладнані системою сигналізації, яка блокується спусковим гачком.

4.7. Машини та обладнання повинні мати індивідуальні приводи.

У машинах, які мають головний привід і наводять окремі механізми, якщо існує небезпека несподіваного зупинки одного з них, двигуни всіх приводів повинні мати електричний замок для взаємного відключення в разі раптової зупинки одного з приводів.

4.8. Виробниче обладнання з кількома приводними двигунами повинно, при необхідності, мати кнопку негайного зупинення, яка одночасно відключає всю воду (якщо це дозволено технологічним процесом). При розміщенні обладнання в декількох кімнатах кнопки аварійної зупинки повинні бути в кожній кімнаті.

4.9. Контактне обладнання для включення і виключення обладнання має бути захищене від пилу, емульсій, масел і інших рідин, використовуваних у виробництві.

4.10. Пускові механізми, що керують напрямком руху інших механізмів, повинні мати фіксований нейтральне положення, а їх робоче положення,

відповідне конкретному напрямку руху механізмів, повинно бути вказано стрілкою і написом, що вказує напрямок руху.

4.11. Пристрої живлення повинні мати запобіжні пристрої, щоб виключити можливість повторного викиду продукту з наступної машини [63].

7.5. Вимоги безпеки для технологічних процесів і виробництва.

5.1. Виробничі процеси повинні відповідати вимогам Правил охорони праці на об'єктах з виробництва товарів побутової хімії, затверджених наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 28.08.2013 № 600, зареєстрованого в Міністерстві Юстиції України від 13 вересня 2013 року за № 1589/24121 (НПАОП 24.0-1.20- 13), ГОСТ 12.3.002 та інші вимоги чинного законодавства.

5.2. Роботи підвищеної небезпеки повинні виконуватися за дозволом, виданим у встановленому порядку.

5.3. При проведенні технологічних процесів, пов'язаних з використанням небезпечних речовин класів 1 і 2 небезпеки, відповідно до ГОСТ 12.1.007 слід виключити можливість контакту працівників з цими речовинами.

Окремі етапи технологічного процесу, які не можуть бути виконані в герметичному обладнанні, повинні бути механізовані або здійснюватися з вилученням механічних пристроїв, що виключають безпосередній контакт працівників зі шкідливими речовинами.

5.4. Обробка відходів, що утворюються при виробництві косметичної продукції, повинна здійснюватися відповідно до вимог чинного законодавства.

5.5. Системи аварійного захисту повинні проходити періодичну технічну перевірку відповідно до вимог процедури інспекції, випробування та експертизи.

Не дозволяється використовувати в системах аварійного захисту багатоточкового приладу контроль параметрів, що визначають вибухонебезпечність процесу.

5.6. Рух пилоутворюючих матеріалів здійснюється методом пневматичного і гідротранспорту з використанням транспортних пристроїв, що виключають шкідливі викиди в повітря робочої зони.

Заповнення контейнерів пиловими матеріалами повинно здійснюватися з примусовою механічною подачею з видаленням або максимальним зменшенням висоти вільного падіння матеріалів. Повітря, яке видавлюється з контейнера при його заповненні, повинно бути видалене і очищене.

Отруйні рідини і суспензії повинні транспортуватися трубами, встановленими з ухилом у напрямку подачі.

5.7. У приміщеннях пожежної та вибухової безпеки ремонтні роботи не допускаються, коли відключені системи подачі та витяжки.

5.8. У разі виявлення токсичних або вибухонебезпечних газів у кількості, що перевищує ГДК, ремонтні роботи повинні бути припинені і працівники вилучені з небезпечної зони [60].

5.9. Виробничі потужності повинні бути обладнані УФ-лампами та установками для дезінфекції повітря для забезпечення вимог до мікробіологічної чистоти косметичних засобів відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.9.027-99.

7.6. Вимоги безпеки при виробництві парфумерії та косметики.

6.1. Технологічний процес виготовлення косметичної продукції повинен здійснюватися в герметичному обладнанні і за допомогою апаратури з активною вентиляцією.

6.2. Завантаження сировини в апарати, передача проміжного з одного обладнання в інший, змішування парфумерних рідин, перенесення готової продукції на фільтрацію механізовані. Транспортування етилового спирту і парфумерних рідин через трубопроводи в закритих ємностях повинна

здійснюватися механізованим способом або з використанням інертного газу. Використання цього стисненого повітря не допускається.

6.3. Розчинення невеликих кількостей кристалічних запашних речовин будь-якому компоненті або в композиції в спеціальних посудинах при нагріванні на водяній бані слід проводити в витяжках [66].

6.4. Відбір зразків сировини і готової продукції з технологічного обладнання повинен здійснюватися за допомогою вибіркового кранів з проточною місцевою витяжною вентиляцією.

6.5. У разі випадкового розливу ГР, ЛЗР або хімічних речовин необхідно негайно активувати аварійну вентиляцію і видалити пролиті речовини (залити піском, зібрати алюмінієву совок у контейнер для відходів).

6.6. Виробництво косметичної продукції, небезпечної щодо викиду в повітря робочої зони вибухонебезпечних парів, пилу і шкідливих речовин, повинно здійснюватися в герметичному обладнанні.

6.7. Технологічне устаткування виробництва парфумерно-косметичної продукції повинно бути заземлене [62].

6.8. Завантаження вибухових і небезпечних речовин повинно виконуватися механізованим способом. У разі роботи з шкідливими хімічними речовинами ручні процеси повинні бути виключені. Скляні контейнери з шкідливими хімічними речовинами повинні мати захисні пристрої. Необхідно піднімати і транспортувати скляну тару з шкідливими хімічними речовинами у закритому вигляді з використанням ЗІЗ.

6.9. Транспортування розплавленої сировини до варильного відділення має бути механізовано.

6.10. Технологічні процеси з пиловими матеріалами при виробництві косметичної продукції повинні здійснюватися в технологічному обладнанні, які підключаються до аспіраційних систем.

6.11. Двері, кришки та люки обладнання, призначеного для оперативного контролю за їх роботою, повинні бути розташовані в місцях, доступних для безпечного обслуговування, і щільно закриті.

6.12. Аспіраційні системи повинні бути в хорошому стані. Принаймні раз на місяць необхідно перевіряти наявність пилу, нанесеного всередині горизонтальних повітроводів аспіраційних систем, і, при необхідності, проводити їх очищення [60].

6.13. Упаковка косметичної продукції повинна здійснюватися автоматичним способом, що виключає викид шкідливих парів у повітря робочої зони.

6.14. Автоматичні та напівавтоматичні лінії для наповнення косметичних рідин, затворів, маркування пляшок повинні мати систему зливання розливої рідини в резервні колекції. Лінії розливу косметичних рідин повинні бути обладнані пристроями для вакуумного накладення зворотних рідин з пляшок.

6.15. Зона завантаження косметичної рідини з використанням вакуумних патронів повинна бути обладнана місцевою витяжною вентиляцією.

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд науково-технічної літератури щодо існуючих технологій виробництва косметичного крему.

2. Розглянуто об'єкти дослідження емульсійних кремів та масла Ши, та визначено їх методи дослідження.

3. Запропоновано інноваційне удосконалення рецептури виробництва емульсійного крему на основі масла Ши, шляхом додавання її до складу крему у кількості 11,5 %.

4. Розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва емульсійного крему з олією Ши та розраховано матеріальний баланс, згідно якого втрати при даному виробництві незначні, а саме 3.5%, відповідно і розроблення технології є доречним.

5. Розраховано техніко-економічні показники по виробництву, згідно яких виробнича собівартість емульсійного крему становить, ціна за одну баночку емульсійного крему об'ємом 50 г становить 52,2 грн. Тому, підприємство по виробництву косметичного емульсійного крему знаходиться в області рентабельності та має хороший прибуток.

6. Основні викиди в навколишнє середовище є незначними тому запропоновані заходи щодо зменшення впливу проектованого виробництва на навколишнє середовище відповідають вимогам екологічної виробничої діяльності на території України.

7. На підприємстві робітники працюють з спиртами, кислотами, оліями. Тому описано всі заходи безпеки охорони праці на підприємстві виробництва емульсійного крему з маслом Ши.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сталагмометр – прилад для визначення поверхневого натягу URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stalagmometr.svg>
2. ТОВ НВФ "Стандарт-М" 2008-2015 URL: <http://standart-m.com.ua/ispytatelnoe-oborudovanie/stroitelnyh-laboratorij/stalagmometr-st-2>.
3. What Is Shea Butter? 22 Reasons to Add It to Your Routine [Electronic resource]. Access mode: <https://www.healthline.com/health/beauty-skin-care/what-is-shea-butter>
4. Bello-Bravo J., Lovett P.N., Pittendrigh B.R. The Evolution of Shea Butter's "Paradox of paradoxa" and the Potential Opportunity for Information and Communication Technology (ICT) to Improve Quality, Market Access and Women's Livelihoods across Rural Africa. Sustainability. 2015; 7(5):5752-5772 <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/5/5752>.
5. Esuoso K.O.; Lutz H.; Bayer E.; Kutubuddin M. 2000. Unsaponifiable Lipid Constituents of Some Underutilized Tropical Seed Oils. J. Agric. Food Chem. 48: 231-234.
6. Дюкарева Г.І., Полупан В.В., Войник В.І. Порядок та особливості митного оформлення косметичних кремів під час переміщення через митний кордон у режимі «імпорт». 2015.
7. ДСТУ 4765:2007. Креми косметичні. Загальні технічні умови. На заміну ГОСТ 29189–91; чинний від 2007-04-28. Вид. офіц. Київ: Держ. підприємство «Укр. н.-д. і навч. центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2008. 12 с.
8. Л.Л. Пекар, В.О. Бахмач. Виробництво косметичних кремів для обличчя з відбілюючим ефектом. Програма і матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції», 7-8 листопада 2016 р. – К.: НУХТ, 2016 р. – 176 с
9. Бахмач В. Розроблення рецептури косметичного крему для рук з екстрактом лікарських рослин. Znanstvena misel journal. 2021. Т. 55. С. 37–40.

10. Пилипенко Т.М., Годлевська М.Ю., Нікора О.В. Фізико-хімічний аналіз композицій косметичних систем. VI Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 20–22 квітня 2016 р.: збірка тез доповідей. Київ, 2016. С.255.

11. Ефимова В.Г., Пилипенко Т.Н., Нікора А.В. Получение и свойства косметических эмульсий. VI Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 20–22 квітня 2016 р.: збірка тез доповідей. Київ, 2016. С.246.

12. Пешук Л. В., Бавіка Л. І., Демідов І. М. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 376 с.

13. Технології емульсійних продуктів [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів» денної та заочної форм навчання / укладач : В. І. Бабенко; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – 33 с.

14. Moharram H., Ray J., Ozbas S., Juliani H., Simon J. 2006. Shea Butter: Chemistry, Quality, and new Market Potentials (Wang M.; Shengmin S.; Hwang L.S.; Ho C.T. 2006. Challenges in Chemistry and Biology of Herbal Research. American Chemical Society. Washington DC. USA. Ch. 25. Pp. 326-340.

15. Олія Ши (Каріте) (*Butyrospermum parkii*), рафінована 100 мл: продаж, ціна у Львівській області. Косметичні масла від "Інтернет-магазин «Арома-Zone»" – 461429469. "Інтернет-магазин «Арома-Zone»" – контакти, товари, послуги, ціни. URL: <https://aroma-zone.com.ua/ua/p461429469-maslo-shi-karite.html> (дата звернення: 05.01.2024).

16. Emulsions and Emulsifications Methods and Processes | LLS Health CDMO. *LLS Health CDMO*. URL: <https://lubrizolcdmo.com/technical-briefs/emulsions-and-emulsifications/> (date of access: 05.01.2024).

17. Mohammad I. S., Khan H. M. S., Arshad A. I. In vitro characterization and assessment of cosmetic potentials of w/o emulsion cream containing 2%

prosopis cineraria extract. Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research. 2015. Vol. 72, no. 6. P. 1233–1238.

18. Носенко, Т. Т. Інновації в технологіях олійної і косметичної галузей [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми “Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів” денної та заочної форм навчання / Т. Т. Носенко ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022 – 159 с.

19. Emulsions and creams. *Clinical Gate*. URL: <https://clinicalgate.com/emulsions-and-creams/> (date of access: 05.01.2024).

20. Cattley K. et al. Pre-clinical formulation screening, development and stability of acetyl aspartic acid for cosmetic application. *International Journal of Cosmetic Science*. 2015. Vol. 37. P. 28–33.

21. Технологія косметичних засобів : підручник для студ. вищ. навч. закладів / О. Г. Башура, О. І. Тихонов, В. В. Россіхін [та ін.] ; за ред. О. Г. Башури і О. І. Тихонова. – Х. : НФаУ ; Оригінал, 2017. – 552 с.

22. Emulsions and creams. *Clinical Gate*. URL: <https://clinicalgate.com/emulsions-and-creams/> (date of access: 05.11.2023).

23. Emulsion Skincare: What Is It And How To Use For Face?. *Be Beautiful India*. URL: <https://www.bebeautiful.in/all-things-skin/essentials/emulsion-skincare> (date of access: 05.01.2024).

24. Дослідження якості косметичних кремів – TDMUV. TDMUV. URL: https://medmuv.com/kafedra/internal/lik_tex/classes_stud/uk/pharm/prov_pharm/p tn/Технологія%20лікарських%20косметичних%20засобів/5/заняття%203.htm (дата звернення: 05.01.2024).

25. Автоматизація бізнесу: облік, контроль, безпека URL: https://www.vostok.dp.ua/ukr/catalog/scale/weighing_batcher-monorail_scales/product.html?id=4115

25. Технологічна частина. *Vuzlit*. URL: https://vuzlit.com/786453/tehnologichna_chastina (дата звернення: 05.01.2024).

26. Strus O., Polovko N., Yezerska O. Justification of technological parameters of the cream production with sapropel extract. *Pharmacia*. 2019. Vol. 66, no. 1. P. 19–25.

27. Романовська, Т. І. Менеджмент якості і безпеки жирових і косметичних продуктів [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «магістр» 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів» денної та заочної форм навчання / Т. І. Романовська, Н. І. Романовська ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022 – 101 с. – № 101.77

28. Davies A., Amin S. Rheology of Cosmetic Products: Surfactant Mesophases, Foams and Emulsions. *J. Cosmet. Sci.* 2020. Vol. 71. P. 481-496.

29. Сабадаш Н. І., Пасічний В. М., Бахмут Ж. О., Рубнікович А. Ю. Розроблення рецептури емульсійного крему на натуральній основі з ланоліном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 1 (96). С. 120-124.

30. Лецинол S-10. Інтернет-магазин Інтернет-магазин «Зульфія» реалізує косметичні компоненти та продукцію натурального походження. URL: <https://zulfiya.ua/emulgatori/3628-lecitin-soyevij> (дата звернення: 06.01.2024).

31. Емульгатор OLIVEM 1000 30 г. *BEURRE*. URL: <https://beurre.ua/ua/emulgator-olivem-1000-30-g> (дата звернення: 21.12.2023).

32. Гліцерил моностеарат 40%. *LekoStyle*. URL: <https://lekostyle.ua/catalog/gliceril-monostearat-40.html> (дата звернення: 21.12.2023).

33. Cetearyl Alcohol. *Ланталь – інтернет-магазин натуральної косметики*. URL: <https://lantale.com.ua/cetearyl-alcohol/> (date of access: 21.12.2023).

34. Інгредієнти для косметичних засобів [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів» денної та

заочної форм навчання / укладачі : Т. Т. Носенко, І. Г. Радзієвська. – Київ : НУХТ, 2018. – 31 с.

35. Abdul-Hammed M., Olakunle Jaji A., Adewale Adegboyega S.. Comparative studies of thermophysical and physicochemical properties of shea butter prepared from cold press and solvent extraction methods. *Journal of King Saud University – Science*. 2020; 32(4): 2343-2348 URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018364720301051>.

36. Beauty D., Zakpaa H.D., Mills-Robertson F.C., & Abdul-Mumeen I. Qualitative analysis of enzyme-assisted traditionally extracted shea butter from different pretreated shea kernel substrates. *Journal of Cereals and Oilseeds*. 2018 URL https://www.researchgate.net/publication/325690008_Qualitative_analysis_of_enzyme-assisted_traditionally_extracted_shea_butter_from_different_pretreated_shea_kernel_substrates

37. Gwali S., Nakabonge G., Okullo J. B. L., Eilu G., Forestier-Chiron N., Piombo G., & Davrieux F. (2012). Fat content and fatty acid profiles of shea tree (*Vitellaria paradoxa* subspecies *nilotica*) ethno-varieties in Uganda. *Forests, Trees and Livelihoods*, 2012; 21(4): 267–278. URL https://www.researchgate.net/publication/236901281_Fat_content_and_fatty_acid_profiles_of_shea_tree_Vitellaria_paradoxa_subspecies_nilotica_ethno-varieties_in_Uganda

38. American Oil Chemists Society (AOCS) 1999: Fatty Acid Composition by GLC Ce 1b-89 of 1999.

39. Jatto W. O., Yuanfa L., Shan L., Wang X., Aworh O. C. Liquid-gas chromatographic analysis of fatty acid content of south-western Nigerian shea butter (*Vitellaria paradoxa*). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2010; 9(2):358-363.

40. Maranz S., & Wiesman Z. Influence of Climate on the Tocopherol Content of Shea Butter. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004; 52(10): 2934–2937.

41. ДСТУ 4765:2007. Креми косметичні. Загальні технічні умови. На заміну ГОСТ 29189–91; чинний від 2007-04-28. Вид. офіц. Київ: Держ. підприємство «Укр. н.-д. і навч. центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2008. 12 с.

42. ГОСТ 29188.0-2014. Продукция парфюмерно-косметическая. Правила приемки, отбор проб, методы органолептических испытаний.

43. Сенсорний та фізико-хімічний аналіз харчових добавок і косметичних засобів [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія” освітньо-професійної програми “Хімічна технологія” денної та заочної форм навчання / С. О. Ковальова, Н. І. Сабадаш, О. Г. Макаренко, І. В. Фесич ; Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2021. – 160 с.

44. Ковальова Т.М., Половко Н.П. Фізико-хімічне та реологічне дослідження емульсійних основ з комплексним емульгатором Olivem 1000. *Актуальні проблеми фармації та фармакотерапії*. 2015. № 2. С. 222-229.

45. Макаренко, О. Г. Хімічні методи аналізу харчових добавок та косметичних засобів [Електронний ресурс] : курс лекцій для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» денної форми навчання / О. Г. Макаренко. – Київ : НУХТ, 2014. – 116 с. – № 61.12

46. Сабадаш Н. І., Пасічний В. М., Бахмут Ж. О., Рубнікович А. Ю. Розроблення рецептури емульсійного крему на натуральній основі з ланоліном. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. № 1 (96). С. 120-124.

47. Лецинол S-10. *Інтернет-магазин Інтернет-магазин «Зульфія» реалізує косметичні компоненти та продукцію натурального походження*. URL: <https://zulfiya.ua/emulgatori/3628-lecitin-soyevij>(дата звернення: 06.01.2024).

48. Емульгатор OLIVEM 1000 30 г. *BEURRE*. URL: <https://beurre.ua/ua/emulgator-olivem-1000-30-g>(дата звернення: 06.01.2024).
49. Гліцерил моностеарат 40%. *LekoStyle*. URL: <https://inveran.com.ua/catalog/gliceril-monostearat-40.html>(дата звернення: 06.01.2024).
50. Cetearyl Alcohol. *Ланталь – інтернет-магазин натуральної косметики*. URL: <https://lantale.com.ua/cetearyl-alcohol/>(date of access: 06.01.2024).
51. Гідрофільно-ліпофільний баланс як головний критерій підбору емульгатора. URL: <https://beurre.ua/ua/emulsifier-hlb> (дата звернення: 06.01.2024).
52. Черчик Л. Екологічна безпека в системі менеджменту підприємства. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2019. № 1. С. 55-61.
53. Ілляшенко О. В., Будрик О. І. Еколого-економічна безпека підприємства: теоретичні аспекти. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2017. Вип. 1 (25). С. 72–82.
54. Черчик Л. М. Менеджмент якості навколишнього середовища. *Економічні інновації : Збірник наукових праць*. 2016. Вип. № 61. С. 377–383.
55. Радченко Л. М. Проблеми охорони навколишнього середовища у світі і в Україні: механізми державного управління щодо їх усунення. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 18. С. 97-101.
56. Кільцевий скруббер з кільцевим уприскуванням: пат. 110381 Україна: В01D 47/10 / О.О. Шамріна. – № а 2013 14865; заявл. 20.06.2012; опубл. 25.12.2015, Бюл. №24. – 12 с.
57. Аеротенки. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/79232/1/Orehova_bak_2020.pdf;jsessionid=549149A2776EBC3EDDE8DBDF74820AEB (дата звернення: 24.12.2023)
58. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять».

59. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

60. ГОСТ 20680-75 «Аппараты с механическими перемешивающими устройствами вертикальные. Типы и основные параметры».

61. ДСТУ 2472:2006 «Продукція парфумерно-косметична. Терміни та визначення».

62. Про затвердження Правил охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1506-14> (дата звернення: 25.12.2023)

63. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования».

64. Про затвердження Правил охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції URL: <https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/npaop-24.5-1.23-14.doc> (дата звернення: 25.12.2023).

65. ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

66. ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения».