

**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 2024р.

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

«__» лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

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

освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів

на тему: Розроблення технології отримання лінійки косметичних засобів
для догляду за обличчям з екстрактом календули

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу, групи ХТ-2-14М

ЩЕРБАЧЕНКО Юлія Станіславівна
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник БОЙЧУК Тетяна Михайлівна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____
(підпис) Олена ПАРІЙСЬКА
(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 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

Щербаченко Юлія Станіславівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології отримання лінійки косметичних засобів для догляду за обличчям з екстрактом календули

керівник роботи Бойчук Тетяна Михайлівна к.х.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” 11 2023 року № 906-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, матеріали 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 | |
| 2 | РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 06.11.2023-09.11.2023 | |
| 3 | РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 10.11.2023-17.11.2023 | |
| 4 | РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | 18.11.2023-29.11.2023 | |
| 5 | РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 30.11.2023-07.12.2023 | |
| 6 | РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ | 08.12.2023-15.12.2023 | |
| 7 | РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА | 16.12.2023-21.12.2023 | |
| 8 | РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ | 22.12.2023-29.12.2023 | |
| 9 | ВИСНОВКИ | 30.12.2023-05.01.2024 | |
| 10 | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 06.11.2023-07.01.2024 | |
| 11 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 10.11.2023-18.11.2023 | |
| 12 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 10.11.2023-09.01.2024 | |
| 13 | ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР | 21.01.2024-31.01.2024 | |

Здобувач

_____ (підпис)

Юлія ЩЕРБАЧЕНКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тетяна БОЙЧУК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 92 с., 22 рис., 28 табл., 45 літературних джерел, додатки.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А-1.

У даній кваліфікаційній роботі наведено розробку технологій отримання лінійки косметичних засобів для догляду за обличчям з екстрактом календули. Дана робота складається із вступу, семи розділів, висновків та списку використаної літератури.

У кваліфікаційній роботі представлено класифікацію та загальну характеристику косметичних засобів, загальну характеристику сировини для виробництва косметичних засобів, а також проаналізовано існуючі технології. Було зроблено акцент на доцільність використання екстракту календули в косметичній промисловості.

В експериментальній частині було отримано водно-спиртовий екстракт календули. Розроблено рецептури лосьйону та крему для обличчя з екстрактом календули. Визначено фізико-хімічні, органолептичні показники отриманих косметичних засобів.

У технологічній частині роботи розроблено принципово технологічну та апаратурно-технологічну схему виробництва крему для обличчя з екстрактом календули. Розраховано матеріальний баланс виробництва крему з екстрактом календули продуктивністю 100 кг/добу. Також було здійснено підбір основного та допоміжного обладнання.

Було наведено економічне обґрунтування та розрахунок економічної ефективності запропонованого виробництва.

Розроблено ряд заходів для підтримки охорони навколишнього середовища та охорони праці.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОСМЕТИЧНИЙ ЗАСІБ, КРЕМ, ЛОСЬЙОН, ЕКСТРАКТ КАЛЕНДУЛИ, РЕЦЕПТУРА, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА.

ABSTRACT

Explanatory note: 92 p., 22 fig., 28 tables, 45 literature sources.

Graphic material: 2 drawings of A-1 format.

This qualification work presents the development of technologies for the production of a line of cosmetic products for face care with calendula extract. This work consists of an introduction, seven chapters, conclusions and a list of references.

The qualification work presents the classification and general characteristics of cosmetics, general characteristics of raw materials for the production of cosmetics, and analyzes existing technologies. Emphasis was placed on the feasibility of using calendula extract in the cosmetics industry.

In the experimental part, a water-alcohol extract of calendula was obtained. Formulations of lotion and face cream with calendula extract were developed. The physicochemical and organoleptic characteristics of the obtained cosmetics were determined.

In the technological part of the work, a fundamentally technological and hardware-technological scheme for the production of face cream with calendula extract was developed. The material balance of the production of a cream with calendula extract with a capacity of 100 kg/day was calculated. The selection of main and auxiliary equipment was also carried out.

An economic justification and calculation of the economic efficiency of the proposed production were provided.

A number of measures were developed to support environmental and labor protection.

KEYWORDS: COSMETIC PRODUCT, CREAM, LOTION, CALENDULA EXTRACT, FORMULATION, PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES, BASIC TECHNOLOGICAL SCHEME, HARDWARE AND TECHNOLOGICAL SCHEME.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .. | 10 |
| 1.1 Класифікація та загальна характеристика косметичних засобів..... | 10 |
| 1.2 Сировина для виробництва косметичних засобів..... | 13 |
| 1.3 Характеристика календули лікарської (нагідки лікарської) та її екстракту . | 17 |
| 1.4 Хімізм емульсійного крему | 22 |
| 1.5 Аналіз рецептур та існуючих технологій | 24 |
| 1.6 Обґрунтування напряму досліджень..... | 29 |
| РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ | 30 |
| 2.1 Характеристика сировини | 30 |
| 2.2 Методи та методики дослідження лосьйону та крему | 32 |
| 2.3 Методи та методики отримання екстракту календули..... | 36 |
| 2.4 Опис математичної моделі | 37 |
| РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | 40 |
| 3.1 Отримання та визначення вмісту розчинних сухих речовин екстракту календули | 40 |
| 3.2 Розроблення рецептури косметичних засобів..... | 40 |
| 3.2.1 Розроблення рецептури лосьйону для обличчя з екстрактом календули .. | 40 |
| 3.2.2 Розроблення рецептури крему для обличчя з екстрактом календули | 42 |
| 3.3 Визначення споживчих властивостей отриманих косметичних засобів..... | 45 |
| 3.4 Визначення фізико-хімічних властивостей отриманих косметичних засобів | 48 |
| 3.5 Розроблення математичної моделі дослідження | 52 |
| РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 56 |
| 4.1 Розроблення принципової схеми виробництва..... | 56 |
| 4.2 Розрахунок матеріального балансу | 58 |
| 4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання | 63 |
| 4.3.1 Основні настанови підбору обладнання згідно з належною виробничою практики | 63 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2 Підбір основного технологічного обладнання..... | 63 |
| 4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва | 66 |
| 4.5. Контроль якості готової продукції | 68 |
| РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ..... | 71 |
| 5.1 Витрати на сировину та таропакувальні матеріали..... | 71 |
| 5.2 Розрахунок планового фонду заробітної плати працівників..... | 73 |
| 5.3 Розрахунок економічного ефекту капітальних вкладень..... | 74 |
| РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..... | 77 |
| 6.1 Вплив виробництва на навколишнє середовище..... | 77 |
| 6.2 Очистка стічних вод..... | 78 |
| РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 80 |
| 7.1 Основи охорони праці..... | 80 |
| 7.2 Основи гігієни на виробництві | 82 |
| 7.3 Електробезпека та пожежна безпека..... | 84 |
| ВИСНОВКИ..... | 86 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 87 |

ВСТУП

Батьківщиною косметики прийнято вважати Схід. Збереглися найдавніші письмові документи — папіруси Еберса, в яких були поради, як вимиватися оливковою, миртовою або кунжутною олією. Перший довідник з косметології склала єгипетська цариця Клеопатра. Першими людьми, які займалися косметикою, були жреці, а колискою косметики як науки був Єгипет. Там за 500 років до н.е. були розроблені та описані косметичні процедури по догляду за шкірою, обличчям, тілом, волоссям, нігтями, щодо фарбування волосся [1].

Завдяки широкому використанню екстрактів цілющих рослин, ефірних олій, рафінованих жирних олій, вітамінів має неабиякі профілактично-лікувальні властивості і все більше зближується з фармацевтикою та медициною [1]. Важливим у косметичній галузі є використання традиційних і створення нових технологій виробництва косметичних кремів, технологічного обладнання, удосконалення процесів виробництва, раціоналізація і автоматизація технологічних ліній виробництва косметичних кремів. Створення дисперсних систем у формі емульсій і кремів відіграють важливу роль у косметиці. У даній області існує особливий попит на чіткі уявлення знань щодо складання рецептур, виробництва та методів досліджень цих систем [2].

У складі більшості косметичних товарів широко використовують екстракти цілющих рослин. У Німеччині, Австрії та країнах Східної Європи екстракти цілющих рослин віднесені до групи косметично-активних речовин і широко використовуються у виробництві косметичних товарів та продаються як сировина для їх виробництва [1].

Екстракт календули проявляє таку дію на організм людини регенерувальну, ранозагоювальну, пом'якшує волосся при голінні та лікує сонячні опіки [1]. Теренах України давніх часів культивують календулу лікарську. Також квітки календули лікарської (*Calendula officinalis*) вирощують промислових масштабах в Україні.

Розробка технології отримання лінійки з екстрактом календули є актуальною темою з огляду на наявність безпечної вітчизняної сировини та високого попиту на якісну доступну косметику.

Мета даної роботи це розробка технології отримання лінійки косметичних засобів для догляду за обличчям з екстрактом календули.

Об'єкт дослідження це технологія отримання лінійки косметичних засобів для догляду за обличчям з екстрактом календули.

Предмет дослідження це екстракт календули, крем та лосьйон для догляду за обличчям з екстрактом календули.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Розглянути науково-технічну вітчизняну та зарубіжну літературу з метою аналізу властивостей екстракту календули, сировинної бази та ринку косметики, аналізу існуючих рецептур та технологій косметичних засобів для догляду за обличчям.

2. Отримати в лабораторних умовах водно-спиртовий екстракт календули. Розробити рецептури косметичних засобів, що містять даний екстракт. Визначити фізико-хімічні та органолептичні властивості отриманих косметичних засобів: зовнішній вигляд, колір, запах, водневий показник (рН), колоїдну стабільність, термостабільність.

3. Розробити принципову та апаратурно-технологічну схему виробництва крему для догляду за обличчям з екстрактом календули.

4. Провести розрахунок матеріального балансу виробництва та на основі отриманих даних виконати підбір основного та допоміжного технологічного обладнання.

5. Провести розрахунок економічного обґрунтування запропонованого виробництва.

6. Розглянути основні заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві.

7. Розглянути основні заходи з охорони праці на виробництві.

Методи дослідження. Було використано такі методи дослідження показників якості готового продукту, як водневий показник, колоїдна стабільність, термостабільність, органолептичні показники. Дослідження проведено в науково-дослідній лабораторії кафедри технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів НУХТ.

“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»”.

Наукова новизна. Розробка технології отримання доглядової косметики для обличчя з екстрактом календули для розширення сегменту косметичних засобів з доступної, безпечної сировини переважно вітчизняного виробництва.

Практична цінність. Розширення лінійки якісних косметичних продуктів доступних для широких верств населення.

Апробація результатів.

Юлія Щербаченко, Тетяна Бойчук. Інноваційні технології отримання екстракту календули лікарської *Calendula officinalis*: матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті", 3-7 квітня 2023 р. Київ: НУХТ. Ч.2. С. 240.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Класифікація та загальна характеристика косметичних засобів

Призначення косметики — надати шкірі обличчя, рукам, тілу, зубам, волоссю та нігтям гарного вигляду, запобігати їхньому захворюванню, зменшити ефект старіння, застосовуючи спеціальні косметичні вироби [1].

Косметичні засоби – це засоби, що відрізняються надзвичайним різноманіттям форм застосування. Загалом, всі косметичні засоби можна класифікувати за їх фізико-хімічною формою або за їх споживчими властивостями і цілями застосування [2].

Існує декілька класифікацій косметичних засобів. Розглянемо класифікацію за основними групами: засоби з догляду за шкірою обличчя, тіла, рук і ніг; засоби з догляду за порожниною рота (зубні порошки, зубні пасти, еліксири); декоративна косметика – губні помади, пудра, туш, лаки для нігтів, косметичні олівці; засоби з догляду за волоссям – шампуні, бальзами, кондиціонери та ополоскувачі, засоби для укладки, завивки та фарбування волосся; інші косметичні засоби — дезодоранти, пінні препарати для ванн, для прийняття душу; туалетні мила [1].

Також косметичні засоби доцільно класифікувати по їх призначенню. Розрізняють такі групи: **гігієнічні косметичні засоби** (1. для вмивання, миття і очищення шкіри – вода, мило, лосьйони, косметичний молочко, креми, масла, тонізуючі добавки для ванн, шампуні для волосся, зубні пасти; 2. з антисептичною і дезодоруючою дією для інтимної косметики; 3. для тіла – лосьйони для макіяжу та тонізуючі масла, креми, пудра; 4. від засмаги); **спеціальні засоби для догляду за шкірою обличчя** (1. захисного характеру; 2. регенеративні тонізуючі (в тому числі маски)); **спеціальні засоби для догляду за шкірою рук і нігтями** (1. захисні; 2. регенеративні); **засоби декоративної косметики** (1. для маскування дефектів зовнішності, створення колірних дефектів на шкірі і нігтях; 2. відбілюючі; 3. для догляду за шкірою ніг, депілятори); **засоби для догляду за волоссям; духи і одеколони** [3].

Основні вимоги, що пред'являються до косметичним засобам. Косметичні засоби, впроваджені в виробництво, повинні бути нешкідливі: нетоксичні, не викликати сенсибілізацію, не чинити фототоксичних або фотоалергічних дії, не сприяти дисхромії (пігментації або депігментації шкіри), не давати канцерогенного і тератогенного ефекту [3].

Більш детально розглянемо косметичні засоби для догляду за шкірою обличчя, тіла, рук і ніг. До засобів догляду за шкірою належать креми та лосьйони [1].

Лосьйони або туалетні рідини - це освіжаючі, очищаючі, дезінфікуючі і тонізуючі засоби для шкіри обличчя, в склад яких зазвичай вводиться від 6 до 30% етилового спирту. Лосьйони використовують для очищення шкіри обличчя протягом дня, для її освіження і видалення висушеного поту, а також для остаточної очистки шкіри після використання жирних очищувальних засобів. Присутність спирту знижує поверхневе натягнення між водою і шкірою, сприяє кращій змочуваності шкірної поверхні, підвищує розчинність жирних забруднень. Лосьйони, як правило, надають антисептичну, стягуючу і протизапальну дію. Відповідно до типу шкіри вміст етилового спирту в лосьйонах може бути різним: 4-6% для сухої і старіючої шкіри; 8-15% для нормальної шкіри; 15-20% для жирної шкіри; 30% для вугруватої шкіри. Лосьйони, що містять більш 30% етилового спирту, надають подразнюючу дію на шкіру і не виробляються [3].

Креми — найпоширеніший косметичний засіб, що використовується для захисту шкіри від висихання та знежирення під дією негативних факторів зовнішнього середовища. Креми класифікують за такими ознаками: за консистенцією — густі (мазеподібні), рідкі (містять до 90 % води), тверді; за складом (емульсійні, жирові та безжирові, лосьйони); за призначенням (захисні, живильні та спеціальні); за тією частиною шкіри людини, яка обробляється цим кремом: для рук, для ніг, для тіла, масажні, для обличчя, для повік, для губ, для нігтів і т.д.) [1].

Жирові креми мають густу консистенцію, не містять води, тому погано всмоктуються у шкіру і не зволожують її. Жирні основи включають рослинні масла, тваринні жири, суміші масел з жирами і вуглеводнями. Надлишок жирів в косметичних препаратах при тривалому застосуванні призводить до розчинення речовин, що знаходяться на поверхні шкіри (сквалена, холестерину, жиророзчинних вітамінів). Наслідком цього є втрата шкірою пружності та поява зморшок. За призначенням вони частіше захисні, захищають шкіру від обмороження та обвітрювання, а друге їх призначення — вони живильні для сухої, старіючої шкіри. Вміст жиру в жирових захисних кремах становить до 80% [1,3].

Безжирові креми — це креми, які не містять олій та жирів, а виробляються на медово-гліцериновій або іншій основі [1].

Емульсійні креми мають значно ширше застосовуються і майже повністю витіснили жирові креми. Наявність у кремах води збільшує їх зволожувальні властивості, тому вони швидко поглинаються роговим шаром шкіри. Існує два типи емульсійних кремів: «олія у воді» (її ще називають «пряма» емульсія) і «вода в олії» («зворотня» емульсія). Емульгуючі (абсорбційні) основи відрізняються від жирних наявністю емульгатора, завдяки якому вони легко утворюють емульсії з водою. Вони надають більш сприятливу дію на шкіру та забезпечують харчування всіх верств шкіри, легко проникають через потові і сальні залози. На рисунку 1.1 зображені типи емульсій [1,3].

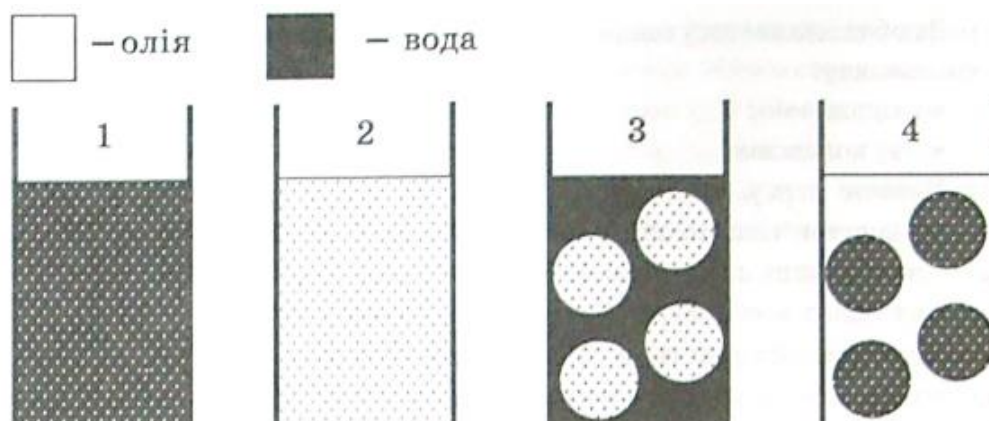


Рисунок 1.1 – Типи емульсій: 1-емульсія о/в, 2-емульсія в/о, 3-множинна емульсія в/о/в, 4-множинна емульсія о/в/о

У прямій емульсії безперервною фазою (середовищем) виступає вода, в якій зважені крапельки олії (дисперсна фаза). У зворотній емульсії дисперсним середовищем є олія (безперервна фаза), а вода у вигляді маленьких краплин є дисперсною фазою [1].

Особливості косметичного впливу емульсійних косметичних кремів обумовлені перш за все: фізіологічної дією емульсії як основи косметичних засобів, обґрунтованої структурними і функціональними особливостями шкірного покриву, негативні зміни яких попереджають і корегують склад емульсійних косметичних кремів; раціональним поєднанням води і жирів у складі емульсій, що забезпечує ряд життєво важливих функцій як шкіри, так і організму у цілому; можливістю введення до емульсійних системи речовин з різними фізико-хімічними властивостями, здатними активно впливати на біохімічні процеси у шкірних структурах (амінокислоти, мінеральні солі, вуглеводи, жирні кислоти, вітаміни, гормони і тощо), що дозволяє збільшити їх biodostupnist' і направлено впливати на певні зміни структури і властивостей шкірної поверхні; можливістю варіювати консистенцією і рівнем впливу, обумовленими призначенням крему, залежними від фізико-хімічних властивостей речовин, що входять до складу емульсійного крему [2].

1.2 Сировина для виробництва косметичних засобів

Косметичні інгредієнти класифікують за певними ознаками, як природа речовин (у тому числі і хімічна структура), вплив на технологічні, косметологічні і споживчі властивості, фізико-хімічну і мікробіологічну стабільність. Зазвичай косметичні інгредієнти класифікують за Міжнародною класифікацією косметичних інгредієнтів (INCI) усі компоненти, що можуть входити до складу косметичних засобів, розподіляють на дві групи: ароматизатори, парфуми; усі інші інгредієнти. У другій групі інгредієнти класифікують за функціональним призначенням у складі косметичних композицій [4,5].

Міжнародна класифікація косметичних інгредієнтів (INCI) поділяє інгредієнти на такі основні групи: *абразивні матеріали* (кремій, граніт, пемза) – характеризуються підвищеною твердістю, можуть застосовуватися в цілому

або подрібненому вигляді, виконують механічне обробляння; **абсорбенти** для поглинання рідкими фазами газоподібних; **антиоксиданти** – це сировина натуральної або синтетичної природи, що уповільнює або запобігає окисненню органічних сполук. Такі субстанції захищають від окиснення як продукцію, так і шкіру від дії вільних радикалів, які прискорюють прояв ознак старіння; **антистатики** — знижують статичну електрику, що має значення під час виготовлення/застосування шампунів, кондиціонерів та інших засобів для волосся; **сполучні компоненти** з'єднують різні середовища в одне; **біологічні добавки** (*ферменти, вітаміни, гормони*) – постачають шкірні покриви необхідними елементами, захищають їх від впливу згубних чинників, змінюють швидкість і процесів, що відбуваються в шкірі; **віблювачі** роблять світлішою небажану пігментацію; **хелатоформувальні добавки** запобігають осадженню інших складових; **емоленти** пом'якшують шкіру й волосся, надають гладкості та ніжності, усувають сухість і лущення; **денатурати** (*промислові спирти*) зазвичай є сумішами етанолу з метанолом, що змінюють структуру молекул, а відтак і характеристики засобів; **емульгатори** забезпечують однорідність консистенції, стабілізують емульсії; **буферні речовини** встановлюють і підтримують на потрібному рівні рН косметики. Запобігають значним перепадам значень кислотності й уповільненню перебігу важливих реакцій. Їх часто вводять у фарби для волосся; **ароматизатори** можуть бути натуральні та синтетичні. Самі мають приємні запахи і збагачують ними косметичну продукцію навіть у разі внесення в маленьких кількостях; **регулятори в'язкості** коригують стан текстури: роблять засіб густішим або рідшим; **ПАР** – полегшують взаємне проникнення фаз, які самостійно не змішуються; **ультрафіолетові фільтри** захищають і косметику, і шкіру від шкідливого впливу сонця; **утримувачі вологи** сприяють зволоженню шкірних покривів; **регенератори** - інгредієнти, які допомагають швидше й ефективніше відновлювати шкіру; **барвники та пігменти** поліпшують зовнішній вигляд кінцевого продукту, надають певного забарвлення; **антиперспіранти** зменшують потовиділення в місці нанесення, в цілому на виділення поту не впливаючи; **антисептики і бактерицидні добавки**

зnezаражують (здійснюють антимікробну дію, блокують розвиток і розмноження бактерій); *гелеутворювачі* окремі речовини або їхні комплекси, які в певних умовах формують гелі в'язкі прозорі суміші. Є основою для косметичних гелів. У кремах, молочній продукції, зубній пасті згущують консистенцію; *ліпіди* з'єднуються з ліпідами епідермісу, завдяки чому шкіра стає м'якшою і ніжнішою. Інтенсифікують відновлення; *солюбілізатори* збільшують розчинність інгредієнтів косметичних або парфумерних засобів, що приводить до термодинамічної стійкості рідин; *плівкоутворювачі* сприяють утворенню плівок під час нанесення; *енхансери* полегшують проникнення крізь бар'єр шкіри діючих речовин косметики; *протектори* захищають шкіру від шкідливих впливів різного роду; *консерванти* продовжують термін придатності й забезпечують товарний вигляд продукції (відсутність розшарувань, оптимальні консистенція, колір і запах), пригнічуючи життєдіяльність мікроорганізмів

Креми та косметичні емульсії повинні містити такі речовини, як гідрофільні, ліпофільні також емульгатори [2]. Розглянемо характеристику косметичних інгредієнтів, які часто використовують для виробництва косметичної продукції.

Гідрофільні речовини

Вода є найбільш часто базовою або допоміжною речовиною в більшості косметичних засобів. Для косметичних засобів вона повинна бути очищена від збудників хвороб — кишкової палички та інших подібних мікроорганізмів. Загальна чисельність їх повинна бути не більше 100 колоній утворюючих одиниць (КУО) на один мілілітр. Інколи слід враховувати також наявність у її складі розчинених газів: кисню, азоту та діоксиду вуглецю, а також наявність розчинених та важкорозчинних солей, так званих солей жорсткості. Вони небажані [1].

Спирти — це полярні речовини з гідроксильними групами. Вони мають сильні гідрофільні властивості і використовуються в основному як співрозчинник. Це теж дуже важливі допоміжні речовини в складі косметичних засобів. Особливо широко застосовують етиловий, ізопропіловий спирти,

пропіленгліколь, гліцерин та сорбіт. Серед високомолекулярних спиртів в якості розчинників лаку для нігтів і рідини для зняття лаку застосовують бутиловий і аміловий спирти замість ацетону, який має різкий запах і розчиняє жир [1].

Спирто-водні екстракти цілющих рослин. У складі більшості косметичних товарів (шампунів, кондиціонерів для волосся, гелів для душа, засобах для миття рук та шкіри, кремів та ін.) широко використовують спирто-водні, спирто-водно-гліцеринові, пропіленгліколеві, CO₂ та олійні екстракти цілющих рослин. Використання трьох рідин-розчинників, таких як етиловий спирт, гліцерин та вода, дає змогу шляхом екстракції витягти з подрібнених рослин їх цілющі та корисні компоненти такі як глюкозиди, ефірні олії, вітаміни, дубильні речовини, флавоноїди, алкалоїди, органічні кислоти, мікроелементи, в'язучі речовини, амінокислоти, гіркоти і таке ін.) [1].

Розглянемо перелік деяких цілющих рослин, які широко використовуються в косметичці у вигляді екстрактів або розчинів : звіробій — виявляє протизапальну, в'язучу, антисептичну та спазмолітичну дію, стимулює регенерацію клітин; календула — виявляє бактерицидну, регенерувальну, загальнозміцнювальну дію; кропива — має загальнозміцнювальну, протизапальну властивості, зміцнює стінки кровоносних судин; лимонник — використовується як сильно тонізуючий засіб, поліпшує тонус та омолоджує шкіру; кульбаба — виявляє заспокійливу дію, підсилює виведення із організму шкідливих речовин та інші [1].

Гідрофобні (ліпофільні) інгредієнти

Ліпіди можна розподілити на такі групи: ліпіди, які не гідролізуються, — вуглеводні (парафіни), жирні спирти та жирні кислоти; прості або складні ефіри — воски та тріацилгліцероли; фосfolіпіди, наприклад лецитини; сфінголіпіди, наприклад цераміди; гліколіпіди та ліпопротеїни [1].

Для косметичних засобів використовують таку сировину, як: парафіни, жирні кислоти, жирні спирти, воски, тріацилгліцерини, неповні ацилгліцерини, кремнійорганічні сполуки. На рисунку 1.2 зображена блок схема ліпідних фаз в дисперсних системах [1].

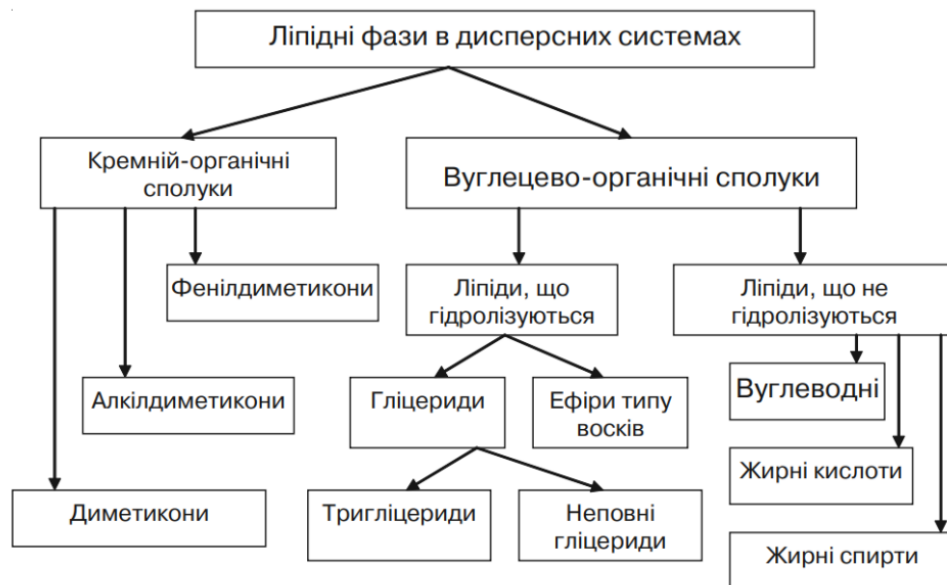


Рисунок 1.2 – Блок схема ліпідних фаз в дисперсних системах

Емульгатори. ПАР — емульгатори, які використовуються у косметичних засобах і виконують особливі завдання, тому повинні відповідати таким специфічним вимогам: токсикологічна безпека; високий біологічний розпад; підтверджена сумісність зі шкірою та слизовими оболонками людини. Їх поділяють на іоногенні (аніонні ПАР, катіонні ПАР, амфолітні ПАР) і неіоногенні ПАР [1].

1.3 Характеристика календули лікарської (нагідки лікарської) та її екстракту

Календула лікарська або нагідки лікарські (*Calendula officinalis L.*) – це однорічна рослина з родини айстрових. Вона має тисячолітню історію використання. Наприклад, стародавні греки її застосовували як лікарський засіб при різних захворюваннях (фурункули, опіки, тощо). Також за античних часів календулу лікарську використовували заможні римляни як харчовий барвник (замінник шафрану) для покращення смаку і вигляду страв. Лікувальні властивості календули лікарської вже добре відомі в народній медицині з XII–XIV ст., її використовували при захворюваннях печінки, жовчного міхура, кишківника, безсонні, як потогінний та відхаркувальний засіб. Для промивання ран та язв, укусів бджіл, авітамінозах, істерії, захворюваннях печінки, діатезах у дітей, маткових кровотечах, гематурії, як протионкологічний засіб

використовували суцвіття календули лікарської в народній медицині багатьох європейських країн. Зараз календула лікарська (*Calendula officinalis* L.) входять до Фармакопеї України та багатьох інших країн [6,7]. Також квітки календули лікарської (*Calendula officinalis*) вирощують промислових масштабах в Україні.

Розглянемо будову календули лікарської (*Calendula officinalis* L.) яка зображена на рис 1.3. Вона складається з верхньої частини рослини з квітками і плодами (а), трубчастої квітці (б), язичкової квітці (в) та плодів [8].



Рисунок 1.3 – Нагідки лікарські або календула лікарська

Зовнішні ознаки календули лікарської (*Calendula officinalis* L.): коренева система стрижнева; стебла прямостоячі, 4-гранні, гіллясті, їх висота 20-40 см, іноді більше, більше вкриті залозистими шорсткими волосками; листки видовжені, нижні черешкові, верхні - наполовину обгортають стебла, на стеблі розміщені спірально; квітки верхівкові кошики досить великого діаметру - до 7,5 см у махрових, до 5 см у немахрових форм, а без квітконіжок або з короткими квітконіжками не більше як 3 см, квітколоже голе, плоске, оточене обгорткою з вузьким ланцетоподібних, загострених, опушених сіро-зеленим листочків; крайкові квітки язичкові довжиною 15-28 мм, шириною 3-5 мм. Серединні квітки двостатеві, але трубчасті квітки немахрових форм неплідні. Колір суцвіть різний - оранжевий, оранжево-червоний, жовтий, блідо-жовтий. Квітки збирають

багаторазово (через 3–5 днів) з початку цвітіння до заморозків; смак солонувато-гіркий; запах слабкий, ароматичний. [6,8,9].

Хімічний склад *Flores Calendulae*: каротиноїди 3% (каротин, лікопін, віолаксантин, рубіксантин, флавохром), флавоноїди 0,12- 4% (глікозиди ізорамнетину (0,45%) – ізорамнетин-3-рутинорамнозид, ізорамнетин-3-рутинозид, ізорамнетин-3-глюкозид), олеанолову кислоту та її глікозиди 5%, дубильні речовини 2,5-7%, органічні і фенольні кислоти, терпени, ефірну олію 0,002-0,12%, смолистих до 4% речовин, аскорбінову кислоту, мікроелементи (цинк, молібден, мідь, селен та інші), органічні кислоти 8%, слиз до 2,5%, гірку речовину календен. Найбільш важливими сполуками календули виступають флавоноїди та каротиноїди [7,10,11,12].

Було проаналізовано хімічний склад квітів календули лікарської (*Flores Calendulae*) тому розглянемо деякі біологічно активні речовини які містяться в квітках календули більш детально.

Флавоноїди - це група біологічно активних речовин фенольного характеру із загальною формулою $C_6-C_3-C_6$. Молекула флавоноїду складається з двох фенольних залишків А і В, з'єднаних пропановою ланкою, яка може замикатися в кисневий гетероцикл С. Позначення кілець молекули флавоноїдів на рисунку 1.4 [13].

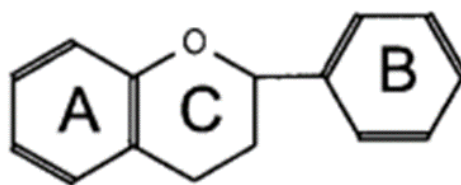


Рисунок 1.4 – Позначення кілець молекули флавоноїдів

Флавоноїди мають широкий спектр біологічної дії: вони беруть участь в окисно-відновних процесах, виконують антиоксидантні функції, проявляють Р-вітамінну активність, жовчогінну, спазмолітину, діуретичну, кардіопротекторну, радіопротекторну, гіпоазотемічну, гіпоглікемічну, седативну, естрогену, гіпотензивну, протизапальну, Флавоноїди в залежності від структури впливають на роботу ферментних систем - блокують ферменти [13].

Дубильні речовини – це рослинні поліфенольні сполуки з різною молекулярною масою, які мають здатність дубити шкіру. Така властивість дубильних речовин заснована на їх взаємодії з білком шкіри - колагеном, внаслідок чого утворюються структури, стійкі до процесів гниття. Нині з рослин виділені численні низькомолекулярні поліоксифенольні сполуки, які не мають дубильної дії, але є біогенетичними попередниками дубильних речовин [13].

Біологічна дія дубильних речовин надзвичайно різноманітна і залежить від їх будови. Так, високомолекулярні таніни проявляють переважно в'яжучі і детоксикуючі, антиульцерогенні властивості. Разом з тим ці таніни здатні порушувати засвоєння їжі за рахунок зв'язування з харчовими білками. Низькомолекулярні галотаніни проявляють протимікробні властивості. Низькомолекулярні елаготаніни і конденсовані таніни проявляють протипухлинну активність, мають противірусну дію по відношенню до вірусів герпесу. Похідні стильбенів проявляють високі імуномодуючі властивості [13].

Каротиноїди (лат. *carotinoidea* < лат. *carota* — морква) — жовті, жовтогарячі або червоні пігменти (циклічні чи ациклічні ізопреноїди), синтезовані бактеріями, грибами і вищими рослинами. Тварини зазвичай не утворюють каротиноїди, але використовують їх для синтезу вітаміну А. на рисунку 1.5 формула β-каротин [14].

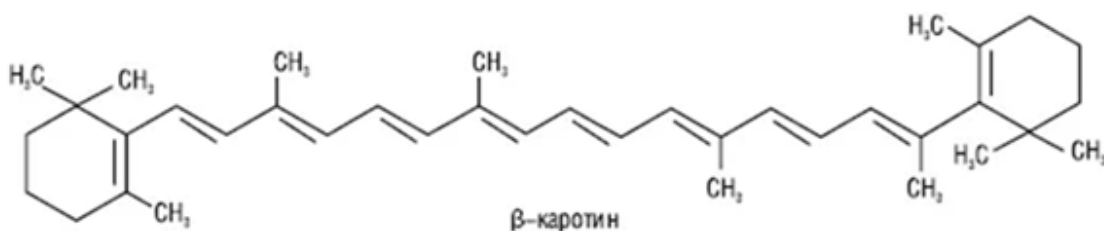


Рисунок 1.5 – Формула β-каротин

Календулу лікарську використовують для лікування ран завдяки своїм заспокійливим і антимікробним властивостям [15].

Екстракти (*Extractum* - витяжка, витяг) являють собою концентровані витяги з лікарської рослинної сировини. Екстракти поділяють на рідкі, густі (вологи не більше 25%) і сухі (вологи не більше 5%). При одержанні рідких

екстрактів витяги відстоюють при температурі 10°C не менше 48 годин до утворення прозорої рідини, потім фільтрують. Для одержання густих екстрактів витяжку упарюють у вакуум-випарній установці при температурі 50-60°C до залишкового вмісту вологи 25%. Сухі екстракти одержують очищені від супутніх речовин і згущені витяжка піддається сушінню до залишкової вологості 5% у вакуум-вальцьових сушарках, отриману масу подрібнюють у кульових млинах [16]. Речовини які отримуємо в розчині після екстракції можна умовно поділяють на діючі і супутні. Діючих речовин це алкалоїди, глікозиди, ефірні олії, вітаміни та інші речовини, від яких переважно залежить терапевтичний ефект [17].

Вимоги до екстрагентів. Залежно від механізму і технологічних особливостей процесу екстрагування обирають екстрагент. Основні вимоги до екстрагенту: 1) мала розчинність у компоненті — носії вихідної суміші (у первинному розчиннику); 2) селективність, тобто здатність добувати з вихідної суміші або матеріалу тільки один компонент або групу компонентів [17].

Екстрагент повинен володіти: вибірковістю, тобто максимально розчиняти лікарські речовини, і мінімально — баластові речовини; високою змочувальною здатністю, що забезпечує проникнення його через пори матеріалу й стінки клітин; здатністю перешкоджати розвитку у витяжці мікрофлори; здатністю легко регенеруватися; мінімальною токсичністю й вогнебезпечністю; бути доступним за вартістю [16].

Розглянемо загальну характеристику екстрагентів які використовують при екстракції рослинної сировини: **вода** – це нетоксичний і безпечний екстрагент використовують для вилучення полярних речовин. Для екстракції використовують воду дистильовану (Aqua distillata) і демінералізовану (Aqua demineralisata), а при виробництві екстракційних препаратів воду очищену (Aqua purificata). Дистильована вода повинна відповідати таким вимогам бути безбарвною, прозорою, без запаху і смаку, величина рН в межах 5,0...6,8, сухий залишок не повинен перевищувати 0,001%. Також воді повинні бути відсутні нітрати, нітрити, хлориди, сульфати, кальцій, важкі метали, вуглецю діоксид. Все

частіше відають перевагу демінералізованій воді ніж дистильованій; **етиловий спирт (етанол)** – є добрим розчинником алкалоїдів, глікозидів, етерних олій, смол та інших речовин, які погано розчиняються у воді, але він важче, ніж вода, проникає крізь стінки клітин, оскільки віднімає воду у білків, перетворюючи їх в осад, що закорковує пори; **метиловий та ізопропіловий спирти** – їх використовують лише за умови, що вони будуть видалені з готового продукту, оскільки є токсичними, особливо метиловий спирт; **гліцерин** – його змішують з водою і спиртом; нерозчинний в етерах і жирних оліях. Він входить до складу сумішей, що вилучаються тому самостійно не використовується; **ацетон** – також змішується з водою і органічними розчинниками; **оцтова кислота** – використовують у чистому вигляді та також у вигляді водних розчинів. Її змішують з водою, спиртом, етером та іншими розчинниками; **етиловий етер** - розчиняється у 12 частинах води. Його також змішують зі спиртом, хлороформом, петролейним етером тощо [18].

1.4 Хімізм емульсійного крему

Емульсійні косметичні засоби є найрозповсюдженою продукцією на косметичному ринку. Тому розглянемо хімізм емульсії.

Емульсія – це дисперсна система, в яких одна рідка фаза диспергована в іншій рідкій фазі, що не змішується з першою. Емульсії існують тільки в присутності стабілізаторів, в ролі яких можуть виступати ПАР, полімери та високодисперсні порошки. Емульсії класифікують за агрегатною стійкістю, типом, концентрацією. За агрегатною стійкістю емульсії діляться на макро- і мікроемульсії. Макроемульсії представляють собою типові ліофобні системи, термодинамічно нестійкі і вимагають наявності стабілізатора. Мікроемульсії є ліофільними, термодинамічно стійкими системами [19].

За типом емульсії поділяють на прямі, обернені емульсії, множинні і бінеперервні емульсії. На рисунку 1.6 зображені типи емульсій. Для отримання емульсій потрібно застосовувати емульгатори – речовини, які знижують поверхневий натяг рідин. Також емульгатори використовують не тільки для зниження поверхневого натягу. А для утворення структурно-механічного

бар'єру. Ефективними емульгаторами є високомолекулярні ПАР ці речовини утворюють на межі поділу фаз тривимірні сітки [19].

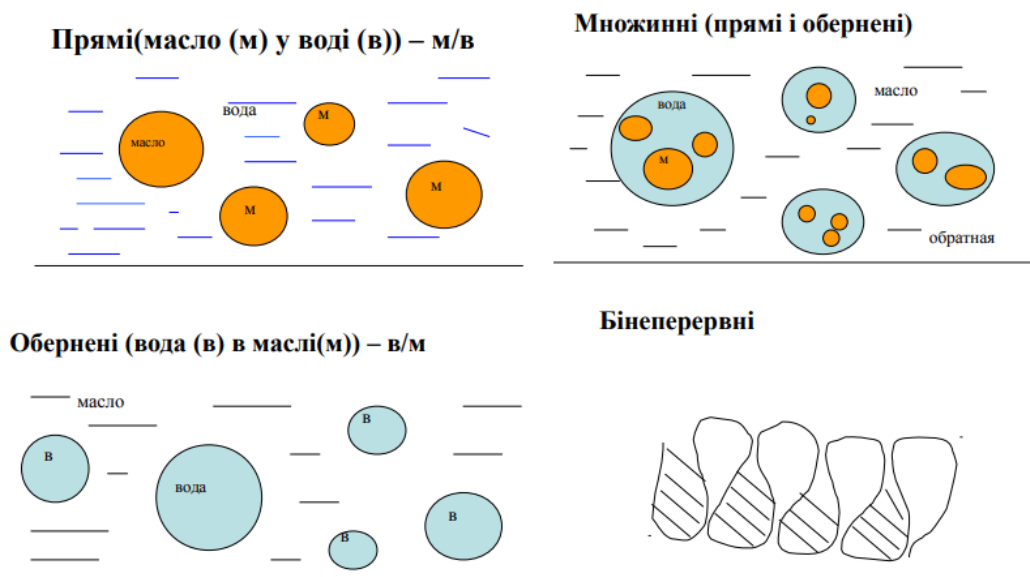


Рисунок 1.6 – Типи емульсій

Емульгатори які використовуються у косметичних засобах повинні відповідати таким специфічним вимогам як: токсикологічна безпека; високий біологічний розпад; підтверджена сумісність зі шкірою та слизовими оболонками людини; гарантований статус допуску до використання: наявність паспорта та включення до фармакопеї або реєстрація в INCI і тому подібне [1].

За руйнування емульсій відповідають різні механізми. Відстоювання (утворення «вершків», кремінг) або седиментація відбуваються через різницю густин дисперсної фази і дисперсійного середовища. Такі процеси, як відстоювання, седиментація і флокуляція є оборотними процесами. Це означає, що при певних умовах систему можна повернути в початковий стан, наприклад при накладанні зсувних навантажень. Набагато більш глибокі зміни в емульсіях викликає процес коалесценції, при якому краплі зливаються одна з одною. Коалесценцію можна розглядати як незворотній процес. Також існує ще один механізм дестабілізації емульсій - це оствальдове дозрівання. У цьому процесі з маленьких крапель, отже, крапель з великим співвідношенням площі та об'єму, йде речовина, і врешті-решт ці краплі зникають, у той час як більш великі краплі збільшуються в розмірі. Процес здійснюється за рахунок дифузії молекул дисперсної фази через дисперсійне середовище [19].

1.5 Аналіз рецептур та існуючих технологій

Відповідно до ДСТУ 2472:2006 «Продукція парфумерно-косметична «Терміни та визначення понять» розрізняємо такі терміни, як лосьйон косметичний та емульсійний крем.

Лосьйон косметичний – це косметичний засіб у вигляді водно-спиртового розчину (або спиртово-водного, рідкої емульсії, суспензії) біологічно активних речовин і корисних добавок, запаху і барвника, який призначений для догляду за шкірою (обличчя, рук, тіла, ніг), волоссям, нігтями. В таблицях 1.1-1.2 наведені існуючі рецептури лосьйонів [20].

Таблиця 1.1 – Рецептатура лосьйону ромашкового

| № | Назва компонента | Масова частка, % |
|---|------------------|------------------|
| 1 | Борна кислота | 0,2 |
| 2 | Бензойна кислота | 0,3 |
| 3 | Настій ромашки | 9,4 |
| 4 | Спирт етиловий | 40,0 |
| 5 | Вода | 50,0 |
| 6 | Лимонна олія | 0,1 |

Таблиця 1.2 – Рецептатура лосьйону трояндового

| № | Назва компонента | Масова частка, % |
|---|--------------------|------------------|
| 1 | Ментол | 0,1 |
| 2 | Саліцилова кислота | 0,2 |
| 3 | Камфора | 0,5 |
| 4 | Гліцерин | 3,0 |
| 5 | Спирт етиловий | 42,0 |
| 6 | Трояндова вода | 54,2 |

Емульсійний крем – косметичний крем у вигляді однорідної суміші (емульсії) двох основних фаз: водної та жирової типу вода/масло, масло/вода та змішаного типу, у які можуть бути введені біологічно активні добавки (вітаміни, настої та екстракти рослинної сировини тощо). За консистенцією емульсійний крем поділяють на густий та рідкий [20]. В таблицях 1.3-1.4 наведені існуючі рецептури емульсійних кремів [1,5].

Таблиця 1.3 – Рецептатура косметичного крему для проблемної шкіри обличчя

| № | Назва компонента | Масова частка, % |
|---------------------|---------------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| <i>Жирова фаза</i> | | |
| 1 | Віск емульсійний | 6,0 |
| 2 | Олія персикова | 5,0 |
| 3 | Олія оливкова | 5,0 |
| 4 | Олія ши | 1,0 |
| <i>Водна фаза</i> | | |
| 5 | Вода демінералізована | 56,0 |
| 6 | Biolin-P | 3,0 |
| 7 | Woresana | 3,0 |
| 8 | Гліцерол | 2,0 |
| 9 | Консервант натуральний Leucidal | 1,0 |
| 10 | Цитрат натрію | 0,12 |
| 11 | Modukine | 0,5 |
| <i>Активна фаза</i> | | |
| 12 | Гіалуронат натрію (1% розчин) | 5,0 |
| 13 | Купаж екстрактів | 5,0 |

| | | |
|----|----------------------------|------|
| 14 | Гідролізат протеїнів шовку | 1,85 |
| 15 | Вітамін С | 0,3 |
| 16 | D-пантенол | 1,0 |
| 17 | Алое гель (80% розчин) | 1,0 |
| 18 | Вітамін Е | 0,2 |
| 19 | Алантаїн | 0,2 |
| 20 | Ефірна олія | 0,15 |

Таблиця 1.4 – Рецептатура крему з вищими спиртами (% від маси)

| № | Назва компонента | Масова частка, % |
|----|-------------------------------------|------------------|
| 1 | Кісточкова олія | 18 |
| 2 | Спермацет | 15 |
| 3 | Ланолін | 7,5 |
| 4 | Віск | 4 |
| 5 | Вищі спирти | 3 |
| 6 | Фосфатиди | 1,5 |
| 7 | Гліцерин | 7,5 |
| 8 | Вітамін F | 2,0 |
| 9 | Вітаміни А, Е, D | 0,5 |
| 10 | Віддушка | 1 |
| 11 | Бура | 0,2 |
| 12 | Бензойноокислий натрій (консервант) | 0,3 |
| 13 | Глюкоза | 1,5 |
| 14 | Вода | 38 |

Розглянемо технологічні схему для лосьйону вона складається з вісьмох стадій виробництва: стадія № 1 розчинення компонентів (на цій стадії розчиняють інгредієнти які входять до складу лосьйону та здійснюється контроль повноти розчинення); стадія № 2 перемішування (на цій стадії розчин (суспензія, емульсія) зі стадії один потрапляє до стадії два для перемішування також здійснюється контроль частоти мішалки, частоту перемішування та однорідність); стадія № 3 фільтрування (на цій стадії розчин зі стадії два потрапляє до стадії три для фільтрування також здійснюється контроль відсутності механічних відключень та прозорість розчину); стадія № 4 стандартизація (на цій стадії розчин зі стадії три та суспензія (емульсія) потрапляє до стадії чотири для стандартизації також здійснюється ідентифікація і кількісне визначення діючих речовин, оцінювання якості згідно ДФУ); стадія № 5 фасування лосьйону у флакону; стадія № 6 нанесення етикеток на флакони; стадія № 7 пакування флаконів у пачки; стадія № 8 пакування пачок у коробки [4].

На рисунку 1.7 зображена технологічна схема виробництва емульсійного крему розглянемо її [1,5].

У диспергаторах рідина продавлюється під високим тиском через невеликі отвори; в гомогенізаторах рідина проходить через кільцевий простір між стінками рухомого валу та апарата. Розмір частинок емульсії повинен бути 0,4–0,6 мкм. Емульсатором є апарат, обладнаний мішалкою та водяною сорочкою. До нього з мірників подається жирова сировина та гаряча вода з температурою 70 °С, решта компонентів подається дозатором. Суміш підігривається до температури 70–75 °С і при інтенсивному перемішуванні емульгується протягом 10–15 хвилин [1].

Потім емульсія насосом подається в котел-холодильник, який оснащений сорочкою та мішалкою. Охолодження проводиться повільно і поступово (20–30 хв) і після досягнення температури 40–45 °С вводяться вітаміни та віддушка. Після цього емульсію охолоджують до температури 30–32 °С. Охолоджена

суміш насосом перекачується до приймального бункера, розташованого над вальцовою машиною, де вона піддається пластичному обробленню. [1].

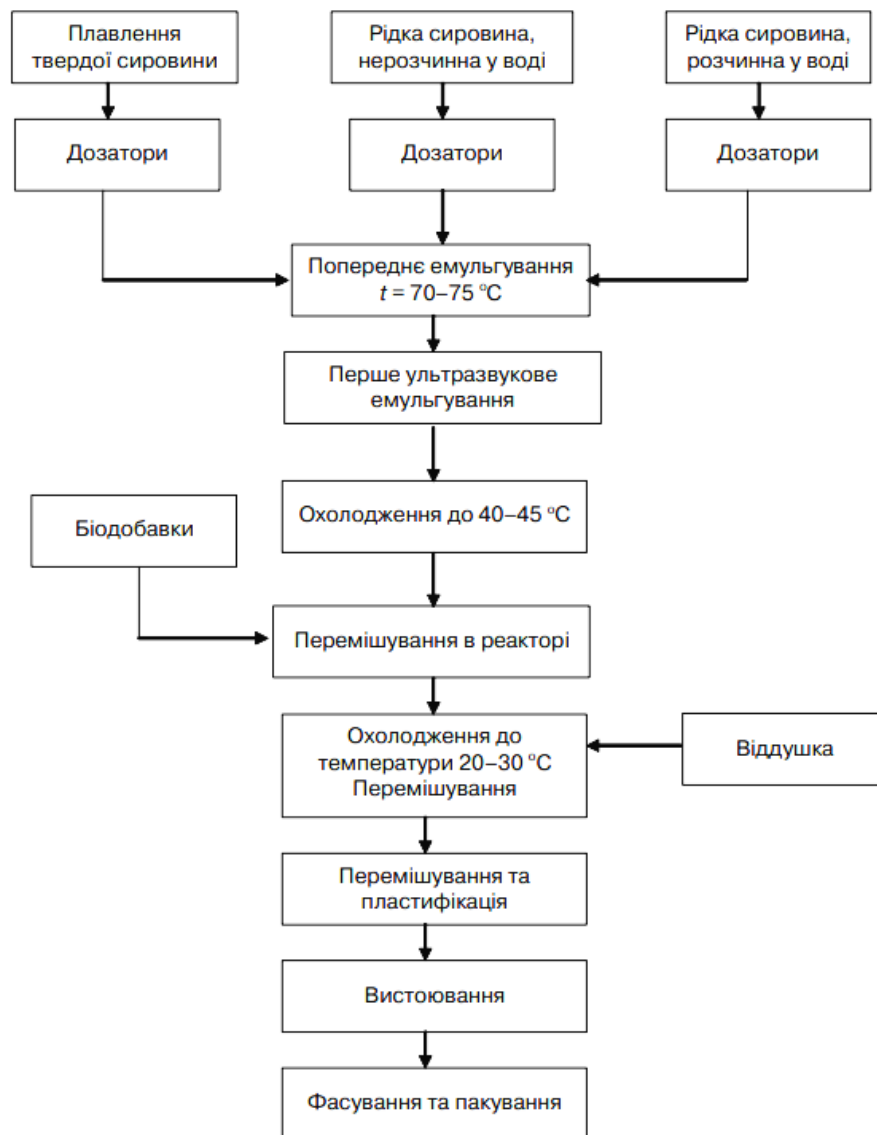


Рисунок 1.7 – Технологічна схема виробництва емульсійного крему

Вальці нагріваються до температури 40–45 °C. Проводиться подвійне вальцювання. Подвійне пластичне оброблення поліпшує емульгування, структуру крему та його однорідність. При другому вальцюванні температура вальців повинна бути в межах 32–34 °C [1].

Після цього маса крему подається в вакуум-збірник, а потім надходить на фасування та пакування (для фасування та пакування встановлено спеціальні автоматичні лінії). На заводах, які будуються, встановлюють безперервні технологічні схеми, які є більш потужні та економічні, зі збереженням енергоресурсів [1].

1.6 Обґрунтування напряму досліджень

Для догляду за шкірою обличчя належить такі засоби як лосьйони та креми. Креми та лосьйони забезпечують очищення, живлення та зволоження шкіри, захист від шкідливого впливу зовнішнього середовища. Серед кремів найбільш використовуваним є емульсійним бо наявність води збільшує їх зволожувальні властивості, тому вони швидко поглинаються роговим шаром шкіри [1].

Екстракти лікарських рослин використовують в складі більшості косметичних товарів (шампунів, кондиціонерів для волосся, гелів для душа, засобах для миття рук та шкіри, кремів та ін.). Широко використовують спирто-водні, спирто-водно-гліцеринові, пропіленгліколеві, CO₂ та олійні екстракти лікарських рослин [1]. Екстракт календули містить в складі такі діючі компоненти, як: каротиноїди, флавоноїди, олеанолову кислоту та її глікозиди, дубильні речовини, органічні і фенольні кислоти, терпени, ефірної олії, смолистіх до речовин, аскорбінову кислоту, мікроелементи (цинк, молібден, мідь, селен та інші), органічні кислоти, слиз, гірку речовину календен. Для косметичних засобів є важливим те, що в складі екстракту є каротиноїди [7,10,11,12].

Вітамін А — є корисним компонентом у кремах. Він запобігає старінню шкіри, оскільки посилює поділ клітин базального (нижнього) шару епідермісу. Шкіра робиться еластичною і піддається меншому впливу ультрафіолетового проміння. Вітамін А входить до складу кремів, призначених для лікування себорейної екземи шкіри [1].

Тому розроблення рецептур з екстрактом календули в косметичних засобах для догляду за обличчям є актуальною темою.

РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика сировини

Предмет досліджень: екстракт календули, лосьйон та крем для догляду за обличчям з екстрактом календули. Рецептури для лосьйону та косметичного крему було розроблено на основі опрацьованої науково-технічної літератури.

Для лосьйону використовуємо такі косметичні інгредієнти як вода, спирт етиловий, борна кислота, саліцилова кислота, водно-спиртовий екстракт календули та гліцерин. В склад крему входять такі складники як соняшникова олія, обліпихова олія, ланолін, емульгатор, гліцерин, вода, борна кислота, саліцилова кислота та екстракт календули.

Розглянемо характеристику косметичних компонентів які були використані для отримання лосьйону та крему.

Вода очищена сприяє гідратації поверхні, покращує сорбційні властивості шкіри, активізує процеси всмоктування (особливо в присутності ПАР), має рН 5,0...7,0, яке близьке до рН шкіри, що дорівнює 5,5 є прекрасним розчинником для різних БАР [20]. Це безбарвна, прозора рідина без смаку та запаху; не повинна містити відновних речовин, нітратів, хлоридів, сульфатів, слідів та інших домішок [21]. *Призначення:* розчинник.

Спирт етиловий має антисептичну дію, сприяє підвищенню мікробіологічної стабільності, зменшує поверхневий натяг води (капілярний вплив), спричиняє тонізуючу дію на шкіру (завдяки швидкому випаровуванню), помірно знежирення (за рахунок розчинення жирових забруднень шкіри) та легкий в'яжучий і дезодоруючий вплив. Для виготовлення косметичних засобів використовують денатурований 96 % (за об'ємом) етанол [1,20]. Відповідно до Державної Фармакопеї України — безбарвна, прозора, летка, легкозаймиста гігроскопічна рідина, що містить $\geq 95,1\%$ об./об. (92,6% м/м) і $\leq 96,6\%$ об./об. (95,2% м/м) C_2H_6O , та воду; має характерний запах та пекучий смак. *Хімічна формула:* C_2H_5OH . Змішується з водою, етером, гліцерином, ацетоном, хлороформом і багатьма іншими органічними розчинниками у всіх

співвідношеннях, легко спалахує [22]. *Призначення:* розчинник. *Косметичне застосування:* 17-90%.

Гліцерин — це сиропоподібна рідина, липка на дотик, солодка на смак, без запаху, прозора, безбарвна або майже безбарвна, дуже гігроскопічна, поглинає вологу з повітря (до 40% за масою) речовина, яка не зменшує ефективність гідроколоїдів та інших компонентів косметичних засобів. Він ефективно пом'якшує шкіру й поліпшує поширення напівтвердих продуктів по шкірі в складі кремів. Змішується з водою, етанолом, метанолом у будь-яких співвідношеннях, мало розчинний в ацетоні, етилацетоні (1 : 11), практично нерозчинний в етері (1 : 500), хлороформі й жирних оліях. При змішуванні гліцерину з водою виділяється тепло і відбувається контракція. *Хімічна формула:* $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ [1,23]. *Призначення:* регулятори в'язкості, пом'якшуючий, зволожуючий ефект. *INCI:* Glycerin. *Косметичне застосування:* 1-7%.

Борна кислота – це білий кристалічний порошок, безбарвні блискучі пластинки або білі кристали; гігроскопічний. В природі зустрічається у вигляді мінералу — сассоліт. Вона має такі властивості: рН 3,5–4.1 (5% водний розчин), змішується з етанолом, етером, гліцерином, водою, жирними та ефірними оліями. *Хімічна формула:* H_3BO_3 [24]. *Призначення:* регулятори рН. *INCI:* Boric Acid.

Салицилова кислота – це білі або голчаті кристали, дрібнодисперсний кристалічний порошок, солодкувато-кислого смаку, легкокорозчинний у спирті (1:3) та ефірі (1:2), розчинний у киплячій воді (1:15), малорозчинний у холодній воді (1:500). $T_{\text{пл}}$ — 211 °С. Застосування: лікування опіків, порізів, акне, екземи, псоріазу, іхтіозу, дискератозу, жирової себореї; видалення бородавок, мозолів. *Хімічна формула:* $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ [25]. *Призначення:* кератолітики або консервант. *INCI:* Salicylic Acid. *Косметичне застосування:* 0,5-10%.

Соняшникова олія – це прозора, олієподібна рідина від світло-жовтого до жовтого кольору, зі слабким своєрідним запахом та приємним смаком, до складу якої входить комплекс природних кислот: лінолева (66%), олеїнова (21,3%),

пальмітинова (6,4%), арахідинова (4,0%), стеаринова (1,3%) та біхінова (0,8%). Сприяє загоєнню ушкоджень епітелію, має бактеріостатичну дію, є основою для виготовлення косметичної продукції. Змішується із хлороформом, чотирьохлористим вуглецем, діетиловим етером та парафіном; практично не розчиняється в етанолі (95%) та воді; стійкість до окиснення знижується за наявності оксидів заліза та міді [1,26]. *Призначення:* емомент. *INCI:* Helianthus Annuus Seed Oil.

Обліпихова олія – містить вітаміни С, Р, В₁, В₂, фолієву кислоту, А, Е, D, F, вищі спирти, жирні кислоти, стеарини, альдегіди, флавоноїди. Має широкий спектр дії, високу біологічну активність – сприяє прискоренню епітелізації і заживленню ран, чинить безпечну, протизапальну і бактерицидну дію [20]. *Призначення:* емомент. *INCI:* Buckthorn (Hippophaes) Seed Oil. *Косметичне застосування:* 1-10%.

Емульгатор – це ПАВ, що сприяють формуванню однорідних сумішей і рідин, які не змішуються [4]. Був використаний емульгатор типу м/в «Емульфарма 1000». *Призначення:* емульгатор. *INCI:* Cetearyl alcohol, glyceryl searate, sorbitan stearate, cetearyl glucoside. *Косметичне застосування:* 1-5%.

2.2 Методи та методики дослідження лосьйону та крему

Особливість оцінювання якості і безпеки парфумерно-косметичних засобів визначається видом контролю: вхідним, операційним, приймальним.

Мета вхідного контролю – оцінювання якості і безпеки сировини. *Завдання вхідного контролю:* оцінювання відповідності щодо вимог НД; санітарно-гігієнічний контроль; контроль екотоксикантів [27].

Мета операційного (технологічного) контролю оцінювання – критичних точок щодо ведення технологічного процесу, якості та безпеки напівфабрикатів. *Завдання операційного (технологічного) контролю оцінювання:* перевірка послідовності і правильності виконання технологічних операцій; перевірка дотримання технологічних режимів; перевірка дотримання рецептур; оцінювання якості та безпеки напівфабрикатів [27].

Мета приймального контролю – оцінювання якості і безпеки готової продукції. **Завдання приймального контролю:** оцінювання якості та безпеки готової продукції на відповідність вимогам НД [27].

На основі отриманих у ході контролю даних з'ясовують причини, усунення яких дає змогу нейтралізувати відхилення технологічного процесу та забезпечити показники якості та безпеки готової продукції [27].

Методи органолептичного оцінювання

Органолептичні оцінки якості цілком можна поділити на дві групи: споживчі й аналітичні. Спосіб оцінювання у кожній з цих груп відрізняється великою різноманітністю залежно від того, які відомості бажано одержати про певний продукт, а також від властивості продукту, аналітичних особливостей дегустаторів і вимог застосовуваного статистичного аналізу отриманих результатів. В основу органолептичного оцінювання покладено такі методи: порівняльних оцінок; бальної оцінки; послідовності. [27].

За методом порівняльних оцінок користуються еталонами (стандартами), що є підставою для всіх порівнянь. Цей метод застосовують на практиці з великим успіхом. **За допомогою методу бальної оцінки** кожного разу оцінюють тільки один продукт, визначаючи послідовність органолептичних показників. Метод передбачає такі рівні якості: дуже погана – 1; незадовільна – 2; задовільна – 3; дуже добра – 5. Оцінка органолептичних властивостей продукту може бути виражена сумарним або середнім балом і визначенням бала з урахуванням коефіцієнтів важливості. **За методами послідовності оцінювані** продукти розташовуються в ряд за ступенем погіршення або поліпшення їхньої якості і визначають порядкові місця оцінюваних продуктів у певній серії [27].

Органолептичні та фізико-хімічні показники лосьйонів та косметичних кремів регламентуються ДСТУ 4093-2002 «Лосьйони та тоніки косметичні», а також ДСТУ 4765-2007 «Креми косметичні». Основні методи визначення показників якості лосьйону та косметичного крему наведені нижче [20,28,29].

Визначення зовнішнього вигляду і кольору лосьйону. Зовнішній вигляд, колір лосьйону, упакованого в прозорий флакон, визначають візуально,

переглядом флаконів з рідиною в денному світлі (або світлі електричної лампи), що проходить через флакон (або відбивається) після перевертання флакону пробкою вниз два-три рази. Зовнішній вигляд і колір виробів, упакованих в непрозорі флакони, визначають переглядом проби у кількості 20...30 см³ в хімічній склянці на тлі аркушу білого паперу на денному світлі (або світлі електричної лампи), що проходить через склянку (або відбивається) [20].

Визначення запаху лосьйону. Запах лосьйону визначають органолептичним методом з використанням блотерів (смужок-тестерів щільного паперу розміром, 10x100 мм), змочених на ≈ 30 мм зануренням в аналізовану рідину. Запах оцінює експертна комісія в складі не менше 7 чоловік. До складу комісії мають входити особи, які мають тонкий нюх та гарну пам'ять на запахи. Експерти перебувають в однакових умовах у приміщенні з температурою повітря $(20\pm 2)^\circ\text{C}$. Перед оцінюванням вони не менше ніж 15 хв. перебувають поза приміщенням на свіжому повітрі. Визначення запаху проводять в три тури: одразу після нанесення спрею; через $(5,0\pm 0,5)$ хв.; через $(10,0\pm 1,0)$ хв. Оцінюють запах у балах керуючись 100-бальною шкалою [20].

Визначення рН лосьйону. У косметичних виробках, що мають рідку консистенцію (піноутворюючу, гелеутворюючу), рН вимірюють безпосередньо в досліджуваній рідині. В маслянистій рідині (емульсії типу в/о) рН визначають у водній витяжці з масовою долею продукції 10 %. Для цього 10,00 г продукту поміщають у склянку, додають 90 см³ дистильованої води, нагрівають при перемішуванні до температури $(80\pm 2)^\circ\text{C}$ до повного руйнування емульсії (виділення масляного шару), охолоджують до $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, відокремлюють водний шар і вимірюють у ньому рН [20].

Визначення зовнішнього вигляду, кольору крему косметичного. Зовнішній вигляд і колір косметичних кремів визначають переглядом проби, поміщеної тонким рівним шаром на предметне скло або аркуш білого паперу. Однорідність крему (відсутність грудок і крупинок) визначаються на дотик легким розтиранням проби [20].

Визначання запаху крему косметичного. Запах крему оцінюють органолептичним методом в пробі після визначення зовнішнього вигляду [20].

Визначання водневого показника (рН) крему косметичного. У косметичних виробках, що мають густу консистенцію (крем типу о/в, зубні пасти, шампуні та ін.), рН вимірюють у водному розчині з масовою часткою продукту від 1 до 20%. Концентрацію розчину вказують у нормативно-технічній документації на відповідний виріб. Водневий показник кремів косметичних вимірюють у водному розчині з масовою часткою 10 %. У косметичних виробках, таких як емульсії типу в/о, вимірювання рН проводять у водній витяжці: 10,00 г продукту поміщають у склянку, додають 90 см³ дистильованої води, нагрівають при перемішуванні до температури (80±2) °С до повного руйнування емульсії (виділення масляного шару), охолоджують до (20±2) °С, відокремлюють водний шар і вимірюють у ньому рН. Водневий показник крему визначається на приладі рН-метрі з набором електродів. Електроди промивають дистильованою водою і обтирають фільтрувальною папером. Приготований розчин крему поміщають в стакан ємністю 50 мл, в нього занурюють кінці електродів. Електроди не повинні торкатися стінок і дна склянки. Заміряють значення рН за шкалою приладу. Проводять два паралельних досліди. За остаточний результат випробування приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень [20].

Визначання колоїдної стабільності (визначається для кремів емульсійного типу). Скляну колбу на 2/3 об'єму наповнюють кремом. Потім пробірку з кремом поміщають в термостат і витримують: для густих емульсій – 20 хв. за температури 42...45° С; для рідких емульсій – 20 хв. за температури 22...25°С. Пробірку виймають з термостата, насухо витирають і встановлюють в гніздо центрифуги. Центрифугування проводять протягом 5 хв. при частоті обертання 100 с⁻¹. Потім пробірку виймають з центрифуги і визначають стабільність емульсії. Якщо не спостерігається чіткого розшарування системи, то вміст пробірки обережно виливають на аркуш білого щільного паперу і відзначають наявність або відсутність розшарування емульсії. Емульсія вважається колоїдно-стабільною, якщо після центрифугування не спостерігається

розшарування системи. Допускається виділення на поверхні емульсії в пробірці не більше 1 краплі водної фази або шару масляної фази товщиною не більше 0,5 см [20].

Визначання термостабільності. Для визначення термостабільності використовують спрощену методику. Згідно з цією методикою, скляну колбу на 2/3 об'єму заповнюють аналізованим кремом, при цьому стежать за тим, щоб в емульсії не залишалося бульбашок повітря. Пробірку закривають пробкою, поміщають в термостат, нагрітий до температури 65...70° С, і витримують в ньому протягом 40 хв. Потім визначають стабільність крему. Емульсія вважається термостабільною, якщо після термостатування в пробірці не спостерігається виділення водної фази. Допускається виділення шару масляної фази не більше 0,5 см [20].

2.3 Методи та методики отримання екстракту календули

Вибір екстрагенту залежить від фізико-хімічних властивостей речовини, яку вилучають, зокрема й від ступеня гідрофільності. У даному випадку використовують правило – «подібне розчиняється в подібному». Для екстрагування полярних сполук використовують полярні розчинники: воду, метанол, водні розчини спиртів, гліцерин та ін. У випадку екстракції неполярних сполук – хлороформ, дихлорометан, вуглеводні, тощо. Комбінуючи різні розчинники можна отримувати такі екстрагенти, які будуть забезпечувати вибіркову екстракцію певної речовини чи комплексу речовин [30].

Неполярні розчинники добре розчиняють аглікони серцевих глікозидів, більшість алкалоїдів основ, флавоноїди, ефірні олії, жири, віск, смоли та ін., але не розчиняють білки, пектини, полісахариди, мінеральні речовини та інші гідрофільні сполуки [30].

Малополярні екстрагенти, такі як етанол, ізопропанол, бутанол, ацетон, добре розчиняють основи алкалоїдів, флавоноїди та їх аглікони, кумарини, каротиноїди, ефірні олії, пігменти, хлорофіл, смоли, але не розчиняють білки, пектини, полісахариди, віск, смоли та ін [30].

Полярні розчинники (вода, метанол, тощо) здатні екстрагувати солі алкалоїдів, антибіотики, дубильні речовини, серцеві глікозиди, антраглікозиди, сапоніни, фурукумарини, органічні кислоти, солі, полісахариди, слиз та ін. Такі ж властивості виявляють і водно-спиртові розчини [30].

Процес екстракції залежить від багатьох факторів: ступеню подрібнення сировини (розміру частинок), температури, тривалості екстрагування та ін. Тому, подрібнення сировини полегшує дифузійні процеси, збільшуючи поверхню контакту між частинками сировини та екстрагенту, що, в свою чергу, збільшує кількість вилученої речовини [30].

Підвищення температури прискорює процес екстрагування, проте температурний режим необхідно підбирати в залежності від характеру рослинної сировини та властивостей природних сполук. Підвищення температури не завжди доцільне, так як може призвести до руйнування термолабільних біологічно активних сполук (наприклад, глікозидів, алкалоїдів), погіршення розчинення чи випаровування деяких речовин (наприклад, ефірних олій), переходу у вилучення більшої кількості баластних речовин (наприклад, крохмалю, пектину, інуліну) [30].

Кількість вилучених речовин прямо пропорційна тривалості процесу, але під час екстрагування у вилучення переходять не лише біологічно активні сполуки, але й баластні речовини. Хімічний склад рослин залежить від місцевості їх проростання, часу збору, погодних умов, тощо [30]. Вміст розчинних сухих речовин в екстракті визначаємо за допомогою приладу рефрактометра.

2.4 Опис математичної моделі

Повний активний багатофакторний експеримент (ПФЕ) вважається таким, що реалізує всі можливі неповторні комбінації так званих рівнів варіювання незалежних (вхідних) змінних (X-факторів) [32].

Рівень варіювання змінної — це є числове натуральне граничне значення змінної X_i . Відзначають верхній рівень, нижній рівень та серединний між ними нуль-рівень. В нормалізованому виді, відповідно: +1; -1; 0 або спрощено +; 0; -.

Різниця значень змінної X_i в границях (+) і (-) рівнів називається інтервалом варіювання змінної X_i . Різниця значень змінної X_i в границях (-) і 0, та 0 і (+) називається кроком варіювання змінної, ΔX_i [32,33]. Вихідними параметрами (факторами) для косметичного засобу було обрано наступні величини: X_1 – кількість екстракту календули, %; X_2 - кількість води, %. У загальному вигляді функцію можна представити так:

$$C = f(X_1, X_2) \quad (2.1)$$

На рисунку 2.1 зображена загальна схема математичної моделі [32,33].

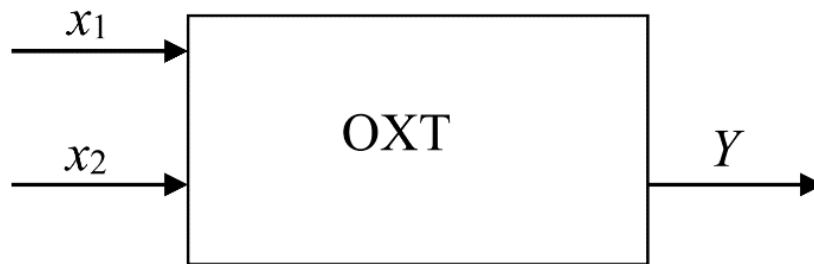


Рисунок 2.1 – Загальна схема математичної моделі

Залежність вхідних параметрів від вихідної функції є лінійною, рівняння регресії наведено за формулою 2.2 [32,33].

$$y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_{12} X_1 X_2 \quad (2.2)$$

де a_0, a_1, a_2, a_{12} , — коефіцієнти регресії.

Побудова плану повного факторного експерименту

Матриця являє собою перелік варіантів, взятих в серії дослідів. Відомо, що найбільш простими матрицями є матриці повного факторного експерименту, в яких досліджувані фактори змінюються лише на верхньому та нижньому рівнях [32,33].

Визначена кількість дослідів повного факторного експерименту визначаємо за формулою 2.3.

$$N = 2^n \quad (2.3)$$

де $n = 2$ – кількість вхідних факторів. Спланована кількість дублюючих дослідів $m = 2$.

Після нормалізації регресії маємо рівняння 2.4.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 \quad (2.4)$$

де b_i — окремі статистичні оцінки коефіцієнтів i -факторів та їх парних ефектів. Саме за тою причиною, що нормалізовані змінні $x_1, x_2 \dots$ можуть набувати значення (+1) або (-1), матриця плану в своїх рядках вміщує тільки знаки (+) або (-). Фіктивна змінна x_0 у всіх рядках матриці має рівень (+1) тобто (+) [32,33].

Складаємо матрицю плану активного експерименту: така матриця містить N (штук) рядків та $(n + 1)$ стовпчиків. Одним з поширених алгоритмів побудови матриці плану є такий: перший її рядок (для 1-го $N = 1$ дослід) заповнюють символом нижнього рівня (-), а для всіх незалежних n — факторів (x_i) та символом верхнього рівня (+); наступні рядки заповнюються символами рівнів (+) або (-) за таким правилом: частота зміни знака рівня варіювання керованих факторів X_i для кожного наступного фактора має бути удвічі меншою у порівнянні з попередньою [32,33].

Основний алгоритм побудови математичної моделі, двох факторного експерименту складається з наступних стадій розрахунку.

- Побудова плану експерименту;
- Регресивний аналіз;
- Статистичний аналіз;
- Перевірка визначення похибки математичної моделі.

Для обчислення математичної моделі використовують такі програми як Excel, Mathcad, „STATISTICA” та інші.

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Отримання та визначення вмісту розчинних сухих речовин екстракту календули

Для отримання екстракту календули на основі аналізу літературних джерел було обрано 20%-вий водно-спиртовий екстрагент. Та співвідношення 1:20 при температурі 60°C протягом 120 хв.

Спочатку на лабораторних вагах було зважено 2 г висушених квіток календули (*Calendula officinalis*) та помістили їх в круглодонну колбу ємністю 100 мл. Потім мірним циліндром відміряли 40 мл 20%-вого водно-спиртового розчину та додали до колби. Колбу нагрівали на водяній бані до температури 60°C та при цій температурі екстрагували протягом 120 хв. Вміст розчинних сухих речовин становити 9,2%. Отриманий екстракт календули зображений на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Водно-спиртовий екстракт календули

3.2 Розроблення рецептури косметичних засобів

3.2.1 Розроблення рецептури лосьйону для обличчя з екстрактом календули

В ході аналізу науково-технічної літератури було розроблено рецептуру лосьйону для обличчя з екстрактом календули. Згідно з нею було отримано три зразки лосьйону для обличчя з екстрактом календули, кількість екстракту

варіювали 0,5%, 1%, 1,5% відповідно. У контрольний зразок екстракт календули не додавали. Розроблена рецептура лосьйону наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рецептура лосьйону для обличчя з екстрактом календули

| Назва компоненту | Характеристика | Масова частка, % | | | |
|--|-------------------------|------------------|-----------|-----------|--------------------|
| | | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 | Контрольний зразок |
| Вода очищена | Розчинник | 63,3 | 62,8 | 62,3 | 63,8 |
| Спирт етиловий | Розчинник | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Гліцерин | Регулятори в'язкості, | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Борна кислота | Регулятори рН | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Саліцилова кислота | Кератолітик, консервант | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Екстракт календули (20 % водно-спиртовий екстракт) | Протизапальний засіб | 0,5 | 1 | 1,5 | 0 |
| Всього | | 100 | 100 | 100 | 100 |

Приготування дослідних зразків лосьйону для обличчя з екстрактом календули здійснюється за наступною послідовністю:

1. зважуємо всі необхідні компоненти;
2. потім в перший стакан відміряти спирт і розчинити в ньому гідрофобні речовини;
3. в другий стакан відміряти рецептурну кількість води і розчинити водорозчинні речовини (борна, саліцилова, гліцерин);
4. змішуємо водну та спиртову частини;

5. вводимо біологічно-активні добавки рослинного походження (екстракт календули);

6. перемішуємо лосьйон скляною паличкою та профільтрувати його через паперовий фільтр;

7. зливаємо лосьйон в пляшку та залишаємо на деякий час.

На рисунку 3.2 зображені дослідні зразки лосьйону для обличчя з екстрактом календули приготовлені за рецептурою, яка наведена в таблиці 3.1 об'ємом 50 мл готового засобу.

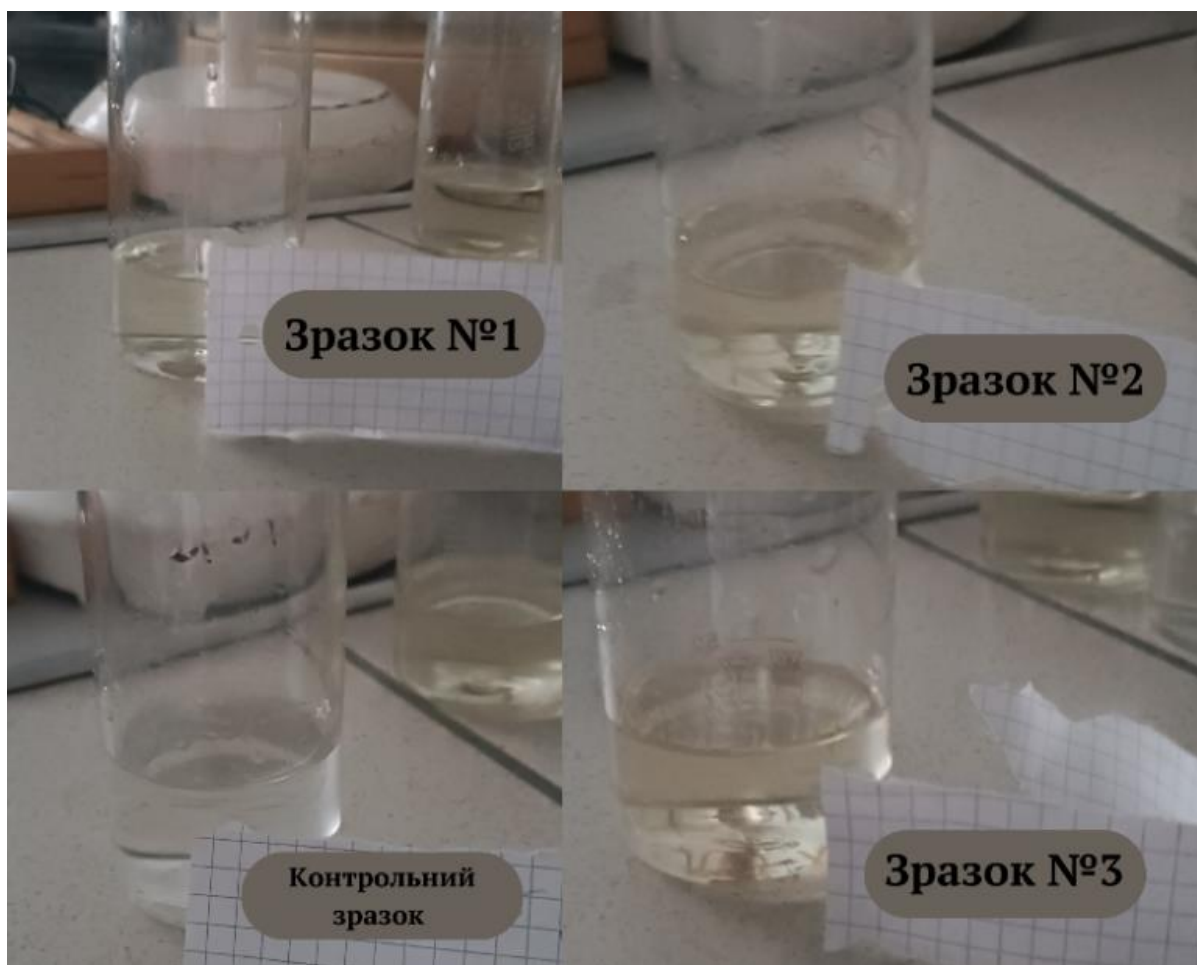


Рисунок 3.2 – Дослідні зразки лосьйону

3.2.2 Розроблення рецептури крему для обличчя з екстрактом календули

На основі аналізу науково-технічної літератури було розроблено рецептуру емульсійного крему типу м/в для обличчя з екстрактом календули.

Емульсійний крем типу м/в – це емульсія де дисперсним середовищем є водна фаза, в якій дисперговані краплини «масла». Вони є досить популярними,

оскільки діють м'яко та добре розподіляються на шкірі. У рідких косметичних емульсіях цього типу вміст води становить 70 – 80%, а для масляної фази 1 – 30%. Емульсія з таким співвідношенням фаз легко змиваються водою і не залишають жирного сліду. Вміст водної фази для густих кремів типу м/в становить 60 – 70% [5]. Розроблена рецептура крему для обличчя з екстрактом календули наведена в таблиці 3.2. Згідно з нею було отримано три зразки крему для обличчя з екстрактом календули, кількість екстракту варіювали 0,5%, 1%, 1,5% відповідно. У контрольний зразок екстракт календули не додавали.

Таблиця 3.2 – Рецептура крему для обличчя з екстрактом календули

| Назва компоненти | Характеристика | Масова частка, % | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------|-----------|--------------------|
| | | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 | Контрольний зразок |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| <i>Жирова фаза</i> | | | | | |
| Соняшникова олія | Емомент | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Обліпихова олія | Емомент | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Ланолін | Структуроутворювач | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Емульгатор (Емульфарма 1000) | Емульгатор | 3 | 3 | 3 | 3 |
| <i>Водна фаза</i> | | | | | |
| Вода | Розчинник | 66,8 | 66,3 | 65,8 | 67,3 |
| Гліцерин | Зволожувач, регулятор в'язкості | 8 | 8 | 8 | 8 |
| <i>Активна фаза</i> | | | | | |
| Саліцилова кислота | Консервант, кератолітики | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

| | | | | | |
|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Борна кислота | Регулятори рН | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Екстракт календули (20 % водно-спиртовий екстракт) | Протизапальний засіб | 0,5 | 1 | 1,5 | 0 |
| Всього | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Приготування дослідних зразків крему для обличчя з екстрактом календули здійснюється за наступною послідовністю:

1. зважуємо всі необхідні компоненти;
2. гідрофобні речовини (олію, ланолін та емульгатор) розплавляють у стакані на водяній бані при $t \sim 80^{\circ}\text{C}$ до повного розчинення твердих компонентів;
3. паралельно у другому стакані розчиняємо відмірену кількість води та гідрофільні речовини (гліцерин) і нагріваємо водну фазу на водяній бані до такої ж температури (80°C);
4. в жирову фазу обережно опускаємо мішалку (мішалка не повинна торкатися дна та стінок стакану). Вмикаємо мішалку і перемішуємо при високих обертах, в процесі перемішування поступово невеликими порціями додаємо гарячу водну фазу. Такий режим емульгування називають “гарячий/ гарячий”;
5. в процесі емульгування періодично вимірюємо температуру суміші (у момент вимірювання температури мішалку вимикати);
6. після охолодження суміші до $t = 45\text{-}50^{\circ}\text{C}$ додаємо активну фазу та перемішуємо;
7. після додавання активної фази перемикаємо мішалку на низькі оберти (мінімальна швидкість) і продовжують емульгування до досягнення $t = 30\text{...}32^{\circ}\text{C}$.

На рисунку 3.3 зображені дослідні зразки та процес приготування крему для обличчя з екстрактом календули приготовлені за рецептурою, яка наведена в таблиці 3.2 об'ємом 25 мл готового засобу.



Рисунок 3.3 – Дослідні зразки та процес приготування крему

3.3 Визначення споживчих властивостей отриманих косметичних засобів

Дослідження органолептичних показників лосьйону та крему для обличчя з екстрактом календули. Для визначення органолептичних властивостей якості для лосьйону було обрано, такі показники як: колір, запах, зовнішній вигляд та здатність наноситися на шкіру. А для крему було обрано, такі самі як і для лосьйону. Була вибрана контрольна група, які використовували отримані зразки та порівнювали їх із контрольним зразком. Аналіз органолептичних показників було проведено в однакових умовах, в кімнаті з температурою повітря $(20\pm)^\circ\text{C}$. Всі органолептичні показники оцінювались за 10-ти бальною шкалою. Дуже приємний – 10...9 балів, приємний – 8...7 балів,

середній – 6...5 балів, 4...3 бали – неприємно, 2...1 бали – погано. Результати проведених досліджень наведено в табл.3.3 та табл. 3.4. На основі отриманих результатів дослідження були побудовані діаграми органолептичних показників якості. На рисунку 3.4 та рисунку 3.5 зображені діаграми органолептичних показників якості лосьйону та крему для обличчя з екстрактом календули.

Таблиця 3.3 – Оцінка органолептичних показників якості лосьйону для обличчя з екстрактом календули

| Критерій | Контрольний зразок | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 |
|--------------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Зовнішній вигляд | 9 | 9,2 | 9,2 | 9,4 |
| Колір | 9 | 9,2 | 9,4 | 9,4 |
| Запах | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Легкість нанесення | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| Відчуття після нанесення | 5,8 | 5,8 | 6 | 6 |

Таблиця 3.4 – Оцінка органолептичних показників якості крему для обличчя з екстрактом календули

| Критерій | Контрольний зразок | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 |
|--------------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Зовнішній вигляд | 9 | 9,4 | 9,6 | 9,6 |
| Колір | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| Запах | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Легкість нанесення | 8,5 | 8,5 | 8,6 | 8,6 |
| Відчуття після нанесення | 8 | 8,2 | 8,4 | 8,4 |

Відповідно до наведених даних на рисунку 3.4 було визначено, що оптимальні органолептичні властивості має зразок №2 та зразок №3. Більш доцільніше використовувати відсоток вводу екстракту календули буде дорівнювати 1% (зразок №2) для безпечної, ефективної боротьби проти недоліків шкіри.

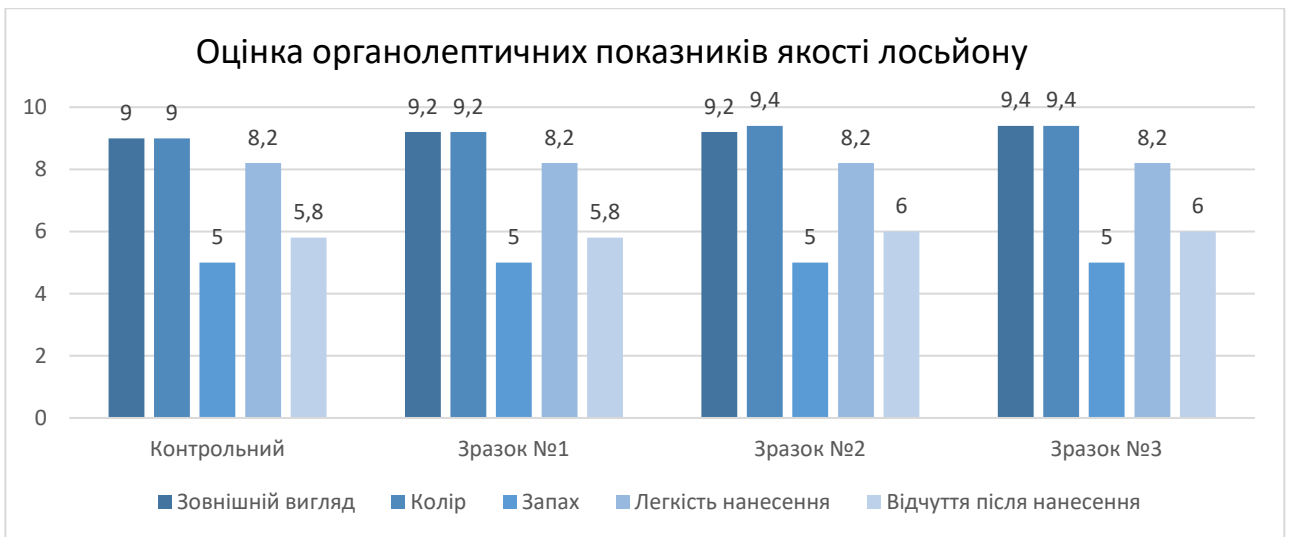


Рисунок 3.4 – Діаграма оцінки органолептичних показників якості лосьйону

Відповідно до наведених даних на рисунку 3.5 було визначено, що оптимальні органолептичні властивості має зразок №2 та зразок №3. Більш доцільніше використовувати відсоток вводу екстракту календули буде дорівнювати 1% (зразок №2) для безпечного, ефективного використання. Кількість в 1,5% введеного екстракту календули також задовольняла всі вимоги та мала високі показники, але немає потреби додавати більшу кількість активного компонента, якщо це ніяк не покращує споживчі властивості косметичного засобу.

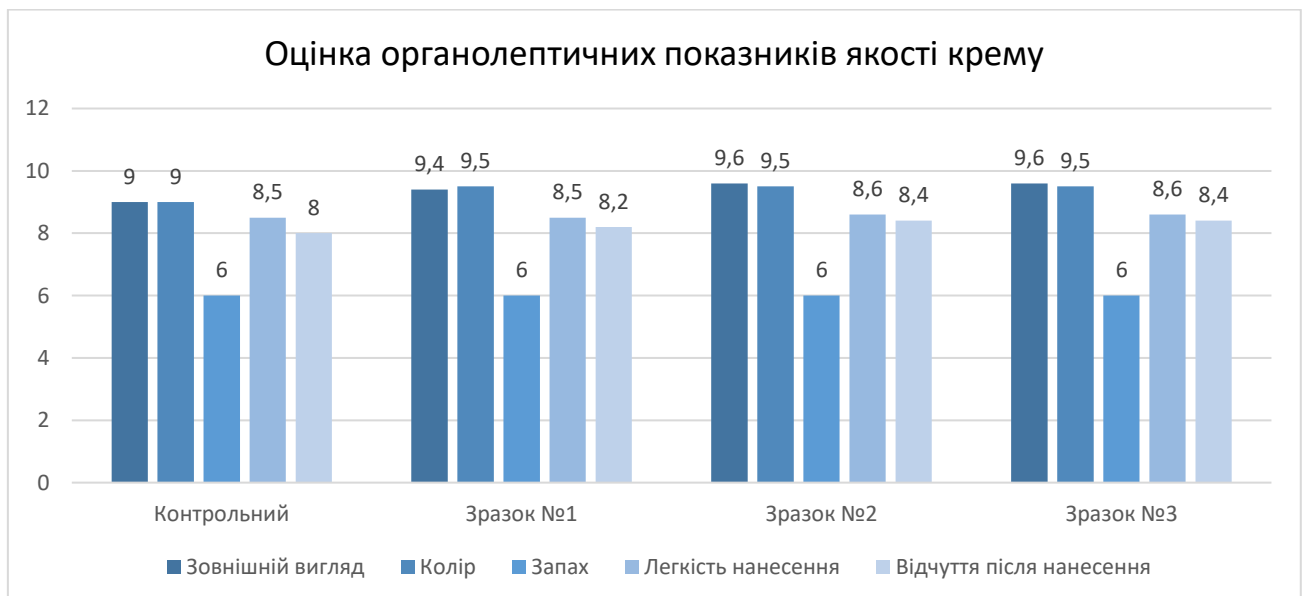


Рисунок 3.5 – Діаграма оцінки органолептичних показників якості крему для обличчя з екстрактом календули

3.4 Визначення фізико-хімічних властивостей отриманих косметичних засобів

Визначення водневого показника (рН) лосьйону та крему для обличчя з екстрактом календули. Водневий показник (рН) було визначено за допомогою універсального індикаторного паперу для лосьйону та крему. Також було визначено водневий показник (рН) за допомогою рН-метра відповідно до наведеної методики у розділі 2 для лосьйону та крему для обличчя з екстрактом календули.

Для лосьйону він показав жовте забарвлення, що відповідає значенню рН 6. На рисунку 3.6 зображено визначення водневого показника (рН) лосьйону.



Рисунок 3.6 – Водневого показника (рН) лосьйону

В таблиці 3.5 наведено отримані показники (рН) за допомогою рН-метра для лосьйону.

Таблиця 3.5 – Водневий показник (рН) лосьйону

| № зразку | Значення (рН) |
|--------------------|---------------|
| Зразок №1 | 4,65 |
| Зразок №2 | 4,70 |
| Зразок №3 | 6,40 |
| Контрольний зразок | 4,30 |

Відповідно до методики яка наведена в другому розділі було взято 5 г дослідного зразка та 20 мл дистильованої води. У водний розчин крему занурили

універсальний паперовий індикатор та спостерігали зміну забарвлення. На рисунку 3.6 зображено визначення водневого показника (рН) крему для обличчя з екстрактом календули. Універсальний індикатор паперу для крему показав жовтогаряче забарвлення, що відповідає значенню рН 5.



Рисунок 3.7 – Визначення водневого показника (рН) крему

В таблиці 3.6 наведено отримані показники (рН) за допомогою рН-метра для крему

Таблиця 3.6 – Водневий показник (рН) крему

| № зразку | Перше визначення (рН) | Друге визначення (рН) | Середнє значення (рН) |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Зразок №1 | 6,06 | 5,39 | 5,72 |
| Зразок №1 | 5,70 | 5,59 | 5,64 |
| Зразок №1 | 5,81 | 5,85 | 5,83 |
| Контрольний зразок | 4,03 | 4,29 | 4,16 |

Визначання колоїдної стабільності (визначається для кремів емульсійного типу) крему для обличчя з екстрактом календули. Колоїдну стабільність визначаємо за методикою, яка наведена в другому розділі. Для цього дослідні зразки витримуємо в термостат при температурі 25°C протягом 20 хв. Потім поміщаємо зразки в центрифугу при 6000 оборотів та витримуємо 5 хв. На рисунку 3.7 зображено визначення колоїдної стійкості.

В першому, другому та контрольному зразку спостерігаємо виділення водяної фази товщиною більше 0,5 см. Тоді, можна вважати, що в цих дослідних зразках емульсія не стабільна. Третьому зразку спостерігається виділення однієї каплі водяної фази товщиною не більше 0,5 см, тому ця емульсія стабільна. Результати дослідження наведено в таблиці 3.8.

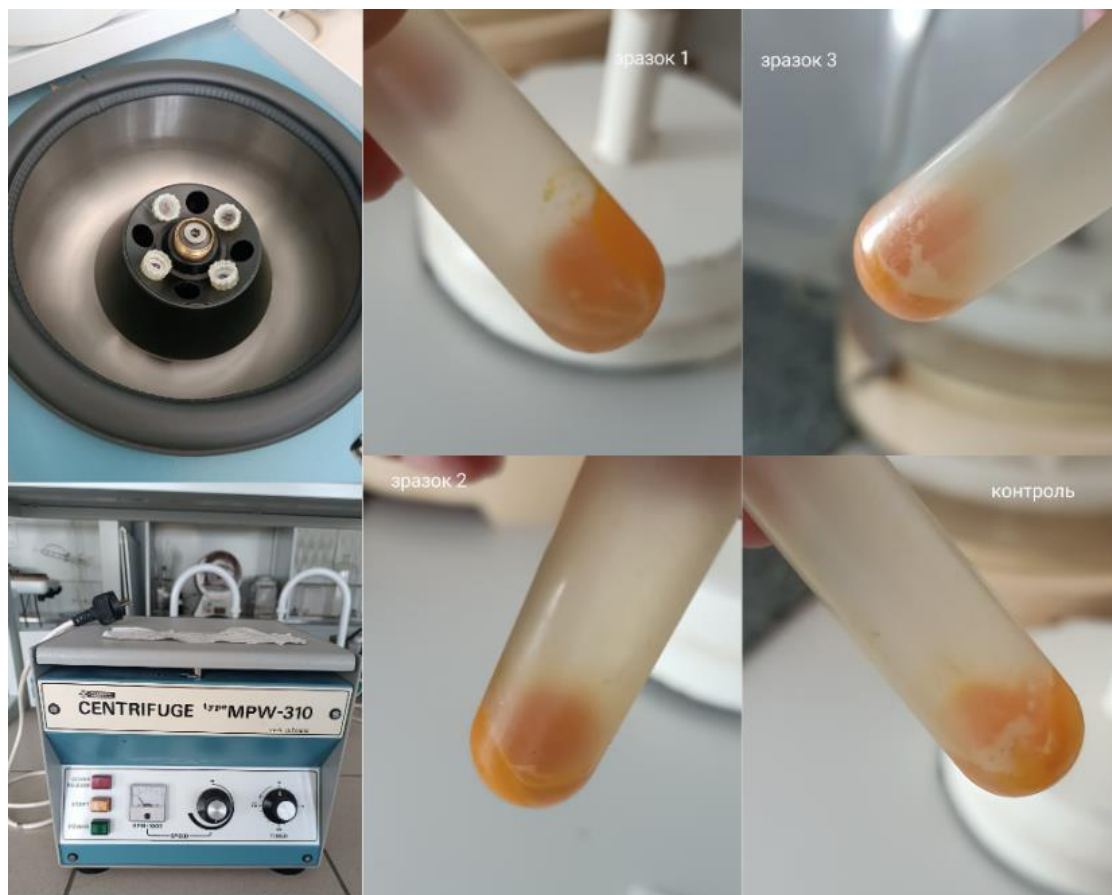


Рисунок 3.8 – Визначення колоїдної стійкості крему

Визначення термостабільності крему для обличчя з екстрактом календули. За методикою яка наведена в другому розділі було визначено термостійкість для крему. Дослідні зразки помістили в термостат та витримували при 65°C протягом 40 хв. Першому, другому, третьому та контрольному зразку не спостерігається виділення водної фази можна вважати, що крем стабільний. На рисунку 3.9 зображено дослідні зразки після 40 хв у термостаті, а в таблиці 3.7 результати дослідів.

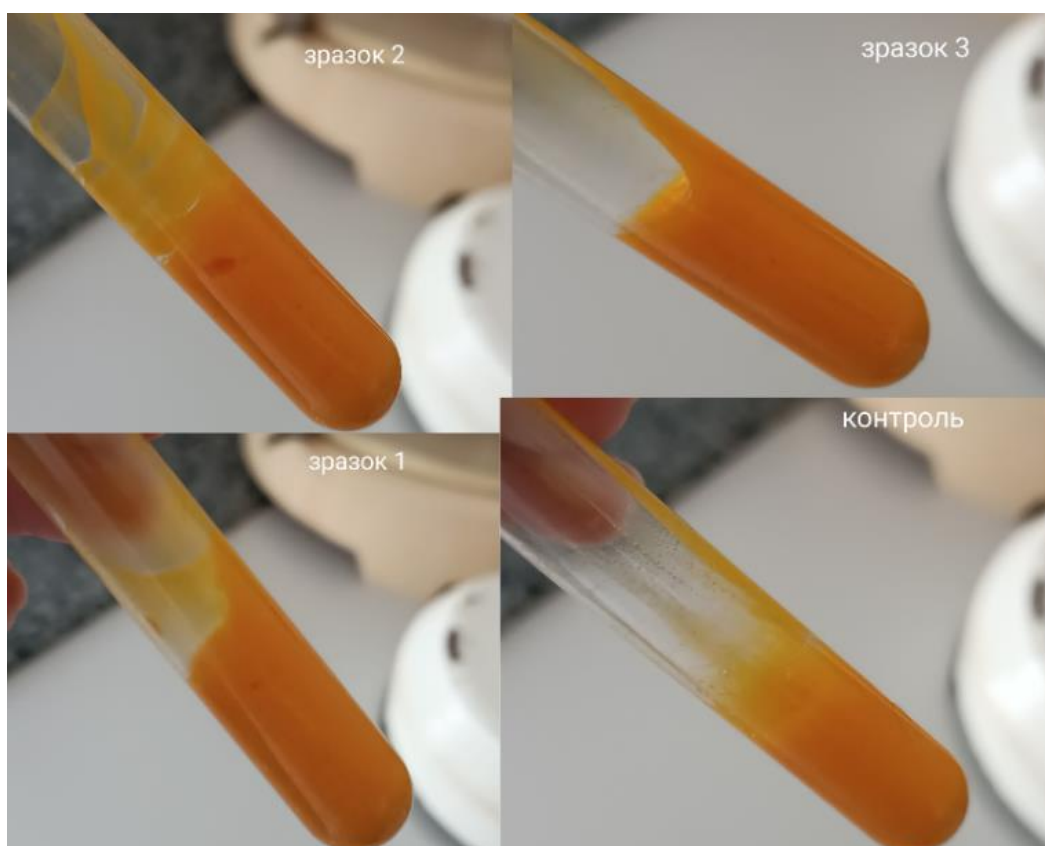


Рисунок 3.9 – Дослідні зразки після 40 хв у термостаті

Таблиця 3.7 – Визначення колоїдної стійкості та термостійкості крему

| Назва визначення | Зразок №1 | Зразок №2 | Зразок №3 | Контрольний зразок |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| Колоїдна стійкість | Не стабільна | Не стабільна | Стабільна | Не стабільна |
| Термостійкість | Стабільна | Стабільна | Стабільна | Стабільна |

На підставі отриманих даних встановлено кількість екстракту календули в рецептурі крему та лосьйону, при введенні якого готовий продукт набуває найкращих споживчих властивостей. Для лосьйону кількість екстракту становить 1%, а для крему 1,5%. Для того щоб емульсійний крем з часом не розшарувався обраємо рецептуру третього зразку бо емульсія з найменшим вмістом води була найбільш колоїдною стабільною.

На основі проаналізованої літератури можна зробити такі висновки. Що розроблені рецептури лосьйону та крему для обличчя за своїм компонентним

складом підходять для жирної та проблемної шкіри. Підчас розробки косметичного крему отримали рідку косметичну емульсію типу м/в вона легко змивається водою та не залишає жирного сліду. Такі емульсії використовують, як очищувальний засіб (крем для вмивання) також для зволоження шкіри обличчя. Лосьйон це рідкий косметичний засіб для догляду за обличчям який призначений для гігієнічного або лікувально-профілактичного використання. Отриманий лосьйон є до очищувальним засобом з легким лікувально-профілактичним ефектом.

3.5 Розроблення математичної моделі дослідження

Будуємо матрицю повного двофакторного експерименту, яка наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Матриця повного двофакторного експерименту

| № досл. | x ₀ | x ₁ | x ₂ | x ₁ x ₂ | y ₁ | y ₂ | \bar{y} |
|---------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | + | + | + | + | 6,06 | 5,39 | 5,725 |
| 2 | + | + | - | - | 5,7 | 5,59 | 5,645 |
| 3 | + | - | + | - | 5,81 | 5,85 | 5,83 |
| 4 | + | - | - | + | 4,03 | 4,29 | 4,16 |

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії за формулами 3.1;3.2;3.3;3.4.

$$b_0 = \sum_{n=1}^N (x_{0n} \cdot \bar{y}_n) / N = (5,725 + 5,645 + 5,83 + 4,16) / 4 = 5,34 \quad (3.1)$$

$$b_1 = \sum_{n=1}^N (x_{1n} \cdot \bar{y}_n) / N = (5,725 + 5,645 - 5,83 - 4,16) / 4 = 0,345 \quad (3.2)$$

$$b_2 = \sum_{n=1}^N (x_{2n} \cdot \bar{y}_n) / N = (5,725 - 5,645 + 5,83 - 4,16) / 4 = 0,4375 \quad (3.3)$$

$$b_{12} = \sum_{n=1}^N (x_{1n} \cdot x_{2n} \cdot \bar{y}_n) / N = (5,725 - 5,645 - 5,83 + 4,16) / 4 = -0,3975 \quad (3.4)$$

Розраховуємо дисперсію паралельних дослідів кожного рядка матриці плану за рівнянням 3.5.

$$S_n^2 = \sum_{k=1}^m (y_{nk} - \bar{y}_n)^2 / (m - 1) \quad (3.5)$$

де $m = 2$ — кількість паралельних дослідів.

$$S_1^2 = [(6,06 - 5,725)^2 + (5,39 - 5,725)^2] / (2 - 1) = 0,22445$$

$$S_2^2 = [(5,7 - 5,645)^2 + (5,59 - 5,645)^2] / (2 - 1) = 0,00605$$

$$S_3^2 = [(5,81 - 5,83)^2 + (5,85 - 5,83)^2] / (2 - 1) = 0,0008$$

$$S_4^2 = [(4,03 - 4,16)^2 + (4,29 - 4,16)^2] / (2 - 1) = 0,0338$$

Визначаємо найбільше значення з усіх розрахованих.

$$S_{n \max}^2 = S_1^2 = 0,22445$$

Розраховуємо суму дисперсій за формулою 3.6.

$$\sum_{n=1}^N S_n^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 = 0,22445 + 0,00605 + 0,0008 + 0,0338 = 0,2651 \quad (3.6)$$

Розраховуємо критерій Кохрена за формулою 3.7.

$$G_{\max} = S_{\max}^2 / \sum_{n=1}^N S_n^2 = 0,22445 / 0,2651 = 0,847 \quad (3.7)$$

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 $\alpha = 5\%$ і перевіряємо виконання умови.

$$G_{\max} = 0,847 < G_{кр} = 0,9065$$

Отже, отримана дисперсія вихідного параметру в паралельних дослідях є однорідними, тобто отримане рівняння регресії є відтворюваним.

Розраховуємо загальну похибку дослідів за формулою 3.8.

$$S_0^2 = \frac{\sum_{n=1}^N S_n^2}{N} = 0,2651/4 = 0,066275$$

Визначаємо дисперсію коефіцієнтів регресії за формулою 3.9.

$$S_{bi}^2 = S_0^2/N = 0,066275/4 = 0,01656875 \quad (3.9)$$

Визначаємо відхилення будь-якого коефіцієнту за формулою 3.10.

$$\Delta b_i = \pm t_T \cdot \sqrt{S_0^2} = \pm 2,78 \cdot \sqrt{0,066275} = \pm 2,78 \cdot 0,257439313 \quad (3.10)$$

де $t_T=2,78$ — табличне значення критерію Стюдента для ступеню свободи $f_1 = N(m-1) = 4(2-1) = 4$ та рівня значущості $\alpha=0,05$;

Розраховуємо значення критерію Стюдента для кожного коефіцієнту регресії за формулами 3.11;3.12;3.13;3.14.

$$t_{b_0} = |b_0|/S_{bi} = |5,34|/0,257439313 = 20,743 \quad (3.11)$$

$$t_{b_0} = |b_1|/S_{bi} = |0,345|/0,257439313 = 1,340 \quad (3.12)$$

$$t_{b_0} = |b_2|/S_{bi} = |0,4375|/0,257439313 = 1,699 \quad (3.13)$$

$$t_{b_0} = |b_{12}|/S_{bi} = |-0,3975|/0,257439313 = 1,544 \quad (3.14)$$

Перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{bi} > t_T$, виконання цієї умови дає підставу констатувати значущість відповідного i -го коефіцієнту. В нашому випадку коефіцієнти b_0, b_1, b_2 регресії є значущими [30,31].

Записуємо отримане рівняння регресії у формі поліному першого порядку.

$$\hat{y} = 5,34 + 0,345 \cdot x_1 + 0,4375 \cdot x_2$$

Підставляємо значення кожного фактора в отримане рівняння регресії.

$$\hat{y}_1 = 5,34 + 0,345 \cdot (+1) + 0,4375 \cdot (+1) = 6,1225$$

$$\hat{y}_2 = 5,34 + 0,345 \cdot (+1) + 0,4375 \cdot (-1) = 5,2475$$

$$\hat{y}_3 = 5,34 + 0,345 \cdot (-1) + 0,4375 \cdot (+1) = 5,4325$$

$$\hat{y}_4 = 5,34 + 0,345 \cdot (-1) + 0,4375 \cdot (-1) = 5,4325$$

Перевіряємо отримане рівняння регресії на адекватність дійсному процесу за формулою 3.15.

$$S_{\text{зал}}^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\bar{y}_n - \hat{y}_n)^2 = \frac{1}{4-2} \cdot ((5,725 - 6,1225)^2 + (5,645 - 5,2475)^2 + (5,83 - 5,4325)^2 + (4,16 - 5,4325)^2) = 0,3160125 \quad (3.15)$$

Розрахуємо значення критерію Фішера за формулою 3.16.

$$F_p = \frac{S_{\text{зал}}^2}{S_0^2} = \frac{0,3160125}{0,066275} = 4,768 \quad (3.17)$$

Ступень свободи $f_1 = N - l = 4 - 2 = 1$ та $f_2 = N (m - 1) = 4 (2 - 1) = 4$ та для рівня значущості $\alpha=5 \%$; де $l = 2$ — кількість коефіцієнтів в рівнянні регресії. Та вибираємо табличне значення критерію Фішера.

$$F_T=6,9443$$

Перевіряємо умову адекватності.

$$F_p = 4,768 < F_T = 6,9443$$

Отже, отримане рівняння регресії є адекватним дослідженому процесу, що також доводиться порівнянням дисперсій.

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розроблення принципової схеми виробництва

На рисунку 4.1 наведена принципово технологічна схема отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули, яка була розроблена на основі проаналізованої літератури. Ця схема складається зі двох допоміжних стадій та п'яти основних.

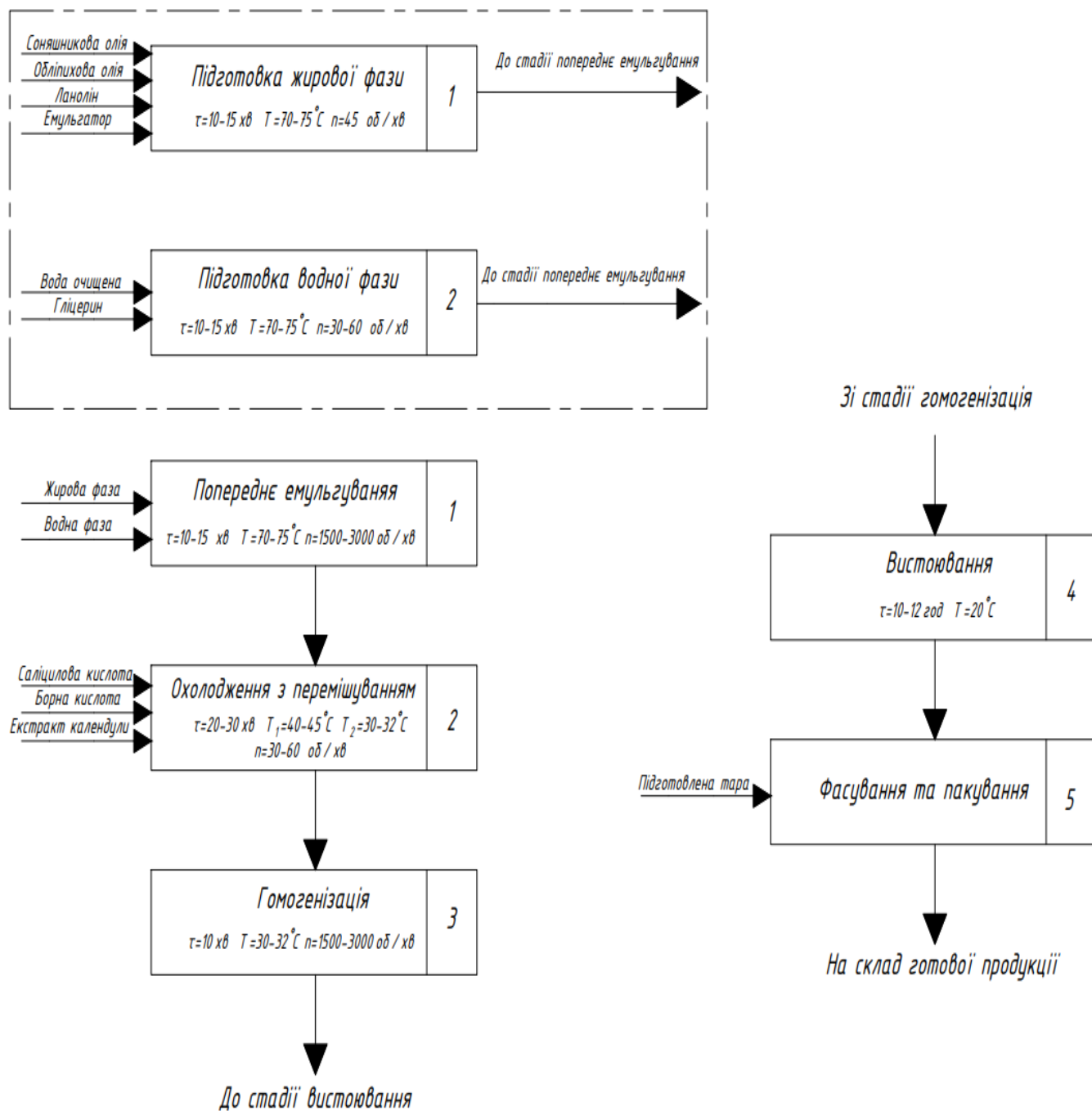


Рисунок 4.1 – Принципово технологічна схема отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули

Підготовка жирової фази. Ця стадія включає в себе зважування рецептурної кількості компонентів та нагрівання всіх компонентів жирової фази до 70-75°C протягом 10-15 хв. По закінченню підготовки жирової фази вона переходить до стадії попереднього емульгування [1,5].

Підготовка водної фази. Ця стадія включає в себе зважування рецептурної кількості компонентів та нагрівання всіх компонентів водної фази до 70-75°C протягом 10-15 хв. По закінченню підготовки водної фази вона переходить до стадії попереднього емульгування [1,5].

Попереднє емульгування. На цій стадії жирову фазу перекачують до реактора для емульгування в гарячому стані. Апарат для емульгування попередньо нагрівають до температури 70-75°C, що дає можливість запобігти небажаному налипаю жиру до стінок. Підчас інтенсивного перемішування поступово додаємо водну до жирової фази. Після додавання всієї водної фази емульгування припиняють та відправляють крем до стадії охолодження з перемішування [1,5].

Охолодження з перемішуванням. На цій стадії відбувається повільне охолодження кремової емульсії це дає змогу одержати густий продукт бо якщо охолодити суміш швидко існує небезпека виділення жирових крапель. Процес відбувається в умовах повільного перемішування для забезпечення вирівнювання температури всередині продукту. Також на цій стадії додають активну фазу. Крем спочатку охолоджують до 40-45°C, а потім до температури 30-32°C протягом 20-30 хв. По закінченню охолодження з перемішуванням суміш переходить до стадії гомогенізації [1,5].

Гомогенізація. Гомогенізація проходить при температурі 30-32°C в умовах вакууму протягом 10 хв. По закінченню гомогенізації крем переходить до стадії вистоювання [1,5].

Вистоювання. На цій стадії крем вистоюється при температурі 20°C протягом 10-12 год.

Фасування та пакування. Після вистоювання крем проходить контроль якості та відправляється на фасують та пакують.

4.2 Розрахунок матеріального балансу

Розрахунок матеріального балансу отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули виконали відповідно до закону збереження мас.

$$\sum G_{\text{вихідні}} = \sum G_{\text{кінцеві}}, \quad (4.1)$$

де $\sum G_{\text{вихідні}}$ – сума ваг (мас) вихідних продуктів процесу; $\sum G_{\text{кінцеві}}$ – сума ваг (мас) кінцевих продуктів процесу в тих же одиницях виміру [34].

Розраховуємо матеріальний баланс отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули на 100 кг готового продукту по рецептурі третього дослідного зразку, яка наведена в таблиці 3.2.

1. **Розрахунок матеріального балансу для стадії підготовки жирової фази.** Знаходимо необхідну кількість для соняшникової олії, обліпихової олії, ланоліну та емульгатора (Емульфарма 1000) за рецептурою.

$$m_{\text{(соняшникова олія)}} = (9 \cdot 100) / 100 = 9 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(обліпихова олія)}} = (9 \cdot 100) / 100 = 9 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(ланолін)}} = (2 \cdot 100) / 100 = 2 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(емульгатор (Емульфарма 1000))}} = (3 \cdot 100) / 100 = 3 \text{ кг}$$

Розрахуємо витрати для стадії підготовки жирової фази, які становлять 1%. Та складаємо таблицю матеріального балансу для стадії підготовки жирової фази див. табл.4.1.

$$m_{\text{(втрат)}} = (1 \cdot 23) / 100 = 0,23 \text{ кг}$$

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс стадії підготовки жирової фази

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|------------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Соняшникова олія | 9 | Жирова фаза | 22,77 |
| Обліпихова олія | 9 | Втрати | 0,23 |
| Ланолін | 2 | | |
| Емульгатор (Емульфарма 1000) | 3 | | |
| Разом | 23 | Разом | 23 |

2 **Розрахунок матеріального балансу для стадії підготовки водної фази.** Знаходимо необхідну кількість для води та гліцерину за рецептурою.

$$m_{\text{(вода)}} = (64,8 \cdot 100) / 100 = 64,8 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(гліцерин)}} = (8 \cdot 100) / 100 = 8 \text{ кг}$$

Розрахуємо витрати для стадії підготовки водної фази, які становлять 1%. Та складаємо таблицю матеріального балансу для стадії підготовки водної фази див. табл.4.2.

$$m_{\text{(втрат)}} = (1 \cdot 73,8) / 100 = 0,738 \text{ кг}$$

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс стадії підготовки водної фази

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|----------------|-------------|---------------|-------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Вода | 65,8 | Водна фаза | 73,062 |
| Гліцерин | 8 | Втрати | 0,738 |
| Разом | 73,8 | Разом | 73,8 |

2. **Розрахунок матеріального балансу для стадії попереднє емульгування.** Жирову та водну фазу розраховали на стадіях підготовки. Розрахуємо витрати для стадії підготовки водної фази, які становлять 1,5%.

$$m_{\text{(втрат)}} = (1,5 \cdot 95,832) / 100 = 1,437 \text{ кг}$$

Складаємо таблицю матеріального балансу для стадії попереднє емульгування див. табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Матеріальний баланс стадії попереднє емульгування

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|----------------|---------------|------------------|---------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Жирова фаза | 22,77 | Крем емульсійний | 94,395 |
| Водна фаза | 73,062 | Втрати | 1,437 |
| Разом | 95,832 | Разом | 95,832 |

4. *Розрахунок матеріального балансу для стадії охолодження з перемішуванням.* Знаходимо необхідну кількість для саліцилової кислоти, борної кислоти та водно-спиртового екстракту календули за рецептурою

$$m_{\text{(саліцилова кислота)}} = (1,5 \cdot 100) / 100 = 1,5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(борна кислота)}} = (0,2 \cdot 100) / 100 = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(водно-спиртовий екстракт календули)}} = (1,5 \cdot 100) / 100 = 1,5 \text{ кг}$$

Розрахуємо витрати для стадії охолодження з перемішуванням, які становлять 1%.

$$m_{\text{(втрат)}} = (1 \cdot 97,595) / 100 = 0,976 \text{ кг}$$

Складаємо таблицю матеріального балансу для стадії охолодження з перемішуванням див. табл.4.4.

Таблиця 4.4 – Матеріальний баланс стадії охолодження з перемішуванням

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|--|---------------|---|---------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Крем емульсійний | 94,395 | Охолоджений крем з екстрактом календули | 96,619 |
| Саліцилова кислота | 1,5 | Втрати | 0,976 |
| Борна кислота | 0,2 | | |
| Екстракт календули (20 % водно-спиртовий екстракт) | 1,5 | | |
| Разом | 97,595 | Разом | 97,595 |

Розрахунок матеріального балансу для стадії гомогенізація. Розрахуємо витрати для стадії гомогенізація, які становлять 1,5%. Складаємо таблицю матеріального балансу для стадії гомогенізація див. табл.4.5.

$$m_{\text{(втрат)}} = (1,5 \cdot 96,619) / 100 = 1,449 \text{ кг}$$

Таблиця 4.5 – Матеріальний баланс стадії гомогенізація

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|---|---------------|-----------------------------|---------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Охолоджений крем з екстрактом календули | 96,619 | Крем з екстрактом календули | 95,17 |
| | | Втрати | 1,449 |
| Разом | 96,619 | Разом | 96,619 |

6. *Розрахунок матеріального балансу для стадії вистоювання.* Розрахуємо витрати для стадії гомогенізація, які становлять 1%.

$$m_{(\text{витрат})} = (1 \cdot 95,17) / 100 = 0,95 \text{ кг}$$

Складаємо таблицю матеріального балансу для стадії вистоювання див. табл.4.6.

Таблиця 4.6 – Матеріальний баланс стадії вистоювання

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|-----------------------------|--------------|---|--------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Крем з екстрактом календули | 95,17 | Готовий косметичний крем з екстрактом календули | 94,22 |
| | | Втрати | 0,95 |
| Разом | 95,17 | Разом | 95,17 |

7. *Розрахунок матеріального балансу для стадії фасування та пакування.* Розрахуємо витрати для стадії фасування та пакування, які становлять 1%.

$$m_{(\text{витрат})} = (1 \cdot 94,249) / 100 = 0,942 \text{ кг}$$

Складаємо таблицю матеріального балансу для стадії фасування та пакування див. табл.4.7.

Таблиця 4.7 – Матеріальний баланс стадії фасування та пакування

| Стаття приходу | | Стаття витрат | |
|---|--------------|--|--------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Готовий косметичний крем з екстрактом календули | 94,22 | Розфасований та упакований крем з екстрактом календули | 93,278 |
| | | Втрати | 0,942 |
| Разом | 94,22 | Разом | 94,22 |

Таблиця 4.8 – Матеріальний баланс отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули

| Стаття приходу | | Стаття приходу | |
|------------------------------------|------------|---|------------|
| Сировина | Маса, кг | Сировина | Маса, кг |
| Соняшникова олія | 9 | Готовий косметичний крем з екстрактом календули | 93,278 |
| Обліпихова олія | 9 | Втрати при виготовленні 100 кг крему для догляду за обличчям з екстрактом календули | 6,722 |
| Ланолін | 2 | | |
| Емульгатор (Емульфарма 1000) | 3 | | |
| Вода | 65,8 | | |
| Гліцерин | 8 | | |
| Саліцилова кислота | 1,5 | | |
| Борна кислота | 0,2 | | |
| Водно-спиртовий екстракт календули | 1,5 | | |
| Разом | 100 | Разом | 100 |

Отже, вихід крему для догляду за обличчям з екстрактом календули становить 93,278 кг, втрати під час отримання становить 6,722 кг.

4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

4.3.1 Основні настанови підбору обладнання згідно з належної виробничої практики

Відповідно до ДСТУ EN ISO 22716:2015 Косметика. Належна виробнича практика (GMP). Настанови з належної виробничої практики. Технологічне обладнання має відповідати таким вимогам: 1) обладнання повинно відповідати своєму призначенню, бути придатним для очищення, а також, за необхідності, дезінфекції та технічного обслуговування; 2) виробниче обладнання повинно бути спроектоване таким чином, щоб запобігти забрудненню продукту; 3) контейнери для сипучих продуктів повинні бути захищені від забруднювачів повітря, таких як пил і волога; 4) шланги для перекачування та аксесуари, які не використовуються, слід очищати і, за необхідності, дезінфікувати, зберігати сухими та захищеними від пилу, бризок або інших забруднень; 5) матеріал, з якого виготовлено обладнання, повинен бути сумісним з продуктами та миючими і дезінфікуючими засобами; 6) конструкція та встановлення обладнання повинні полегшувати його злив, щоб полегшити очищення та санітарну обробку; 7) все обладнання повинно підлягати відповідній програмі очищення та, за необхідності, дезінфекції; 8) якщо обладнання призначене для безперервного виробництва або виробництва послідовних партій одного і того ж продукту, обладнання повинно очищатися і, за необхідності, дезінфікуватися через відповідні проміжки часу; 9) операції з технічного обслуговування не повинні впливати на якість продукту; 10) несправне обладнання слід відповідним чином ідентифікувати, виключити з використання та ізолювати, якщо це можливо [35].

4.3.2 Підбір основного технологічного обладнання

Після розрахунку матеріального балансу було проаналізовано літературу та підбрано технологічне обладнання. Розглянемо основне технологічне обладнання для отримання крему.

Реактор-змішувач. Конструкція реактора відповідає вимогам GMP EU. Реактор є автономною технологічною установкою стаціонарного типу, що

складається з наступних основних частин і вузлів: корпусу, кришки, тихохідної якірної мішалки з плаваючими скребками з тефлону, донного гомогенізатора, актуатора для відкидання кришки, пульта управління [36].

Плавник для жирової фази. Конструкція відповідає вимогам GMP EU. Плавники оснащені теплообмінною (з ТЕН-ми потужністю 30 кВт) та теплоізолюючою сорочкою, якірною мішалкою, вентилям нижнього спуску та відкидною кришкою [36].

Гомогенізатор. Призначений для приготування високодисперсних гомогенізованих емульсій, а також багатокомпонентних складів з речовин, що важко змішуються в харчовій, косметичній, фармацевтичній і хімічній галузях промисловості з одночасним перекачуванням гомогенізованого продукту. Конструкція: роторний, 2-ступінчастий, підкатного типу. Перший ступінь є шнековим осьовим насосом, який проводить попереднє змішування і нагнітання компонентів продукту в камеру 2-го ступеня; другий ступінь, що складається з ротора і статора - виробляє гомогенізацію суміші компонентів, що надходить до неї, і подачу гомогенізованої суміші на вихідний патрубок корпусу гомогенізатора [36].

Шестерінчастий насос. Шестерінчастий насос зображений на рисунку 4.2 їх поділяють на насоси із зовнішнім та внутрішнім зчепленням. Розглянемо принцип дії для насоса із зовнішнім зчепленням він полягає в тому, що рідина захоплюється двома зубчатими шестернями 2, які обертаються в різні боки в нерухомому корпусі 4. В'язка рідина потрапляє в корпус через штуцер 1 і переміщується до нагнітального патрубку 3. Тут на вході зубців у зчеплення рідина витискується із між зубцевих порожнин. До електродвигуна приєднується тільки одна шестерня, яка в свою чергу передає обертальний рух другій шестерні за рахунок зчеплення [37].

Також розглянемо принцип дії для насоса із внутрішнім зчепленням він полягає в тому, що під час обертання шестерень 2 і 3 рідина зі всмоктувального патрубку 1 потрапляє в їх міжзубний простір. Для розділення міжзубних просторів внутрішньої 2 і зовнішньої 3 шестерень є серпоподібний вкладиш 4.

Під час підходу до нагнітального патрубку 5 зубці шестерень знову вступають у зчеплення, і рідина витискується із між зубцевих порожнин [37].

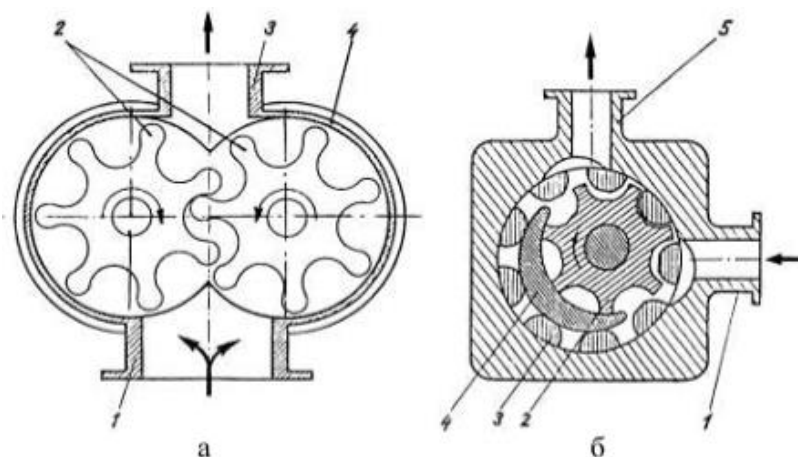


Рисунок 4.2 – Шестерінчастий насос (а) із зовнішнім зчепленням, (б) із внутрішнім зчепленням

Відцентровий насос. Його використовують для перекачування малов'язких рідин. Відцентровий насос зображений на рисунку 4.3. Розглянемо будову насосу він складається з корпуса 1, що має спіралеподібний канал, в якому обертається робоче колесо 2, закріплене на валу 3. На робочому колесі закріплені лопаті, між якими розміщуються канали для проходження рідини. Подача рідини до насоса здійснюється через всмоктувальний патрубок 5, який з'єднаний із центральною частиною робочого колеса. Нагнітальний патрубок 4, розміщений тангенціально по відношенню до робочого колеса, служить для відведення рідини з насоса [37].

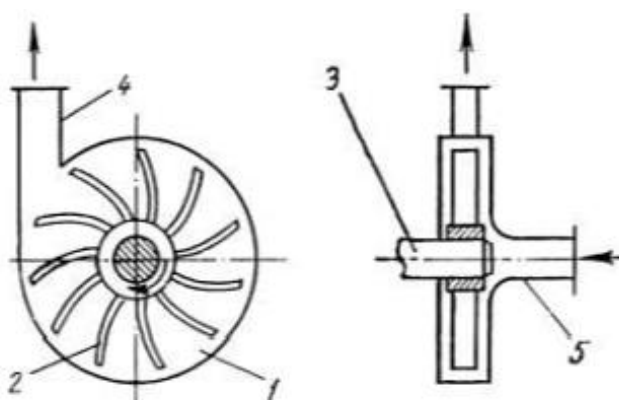


Рисунок 4.3 – Відцентровий насос

В таблиці 4.9 наведено підбір обладнання для виробництва крему для догляду за обличчям з екстрактом календули.

Таблиця 4.9 – Підбір обладнання

| № | Призначення | Кількість |
|---|-------------------------|-----------|
| 1 | Мірник | 8 |
| 2 | Шестерінчастий насос | 5 |
| 3 | Відцентровий насос | 1 |
| 4 | Плавильник жирової фази | 1 |
| 5 | Реактор-змішувач | 3 |
| 6 | Гомогенізатор | 1 |
| 7 | Збірник | 1 |
| 8 | Фасувальний апарат | 1 |

4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва

Апаратурно-технологічну схему отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули зображена на рисунку 4.4.

Зі мірника **1,2,3,4** компоненти жирової фази (соняшникова олія, обліпихова олія, ланолін, Емульгатор (Емульфарма 1000)) надходять до плавильника для жирової фази **11** для перемішування та нагрівання до температури 70-75°C протягом 10-15 хв [1,5].

Паралельно в реактор-змішувач **9** зі мірника **5** надходить гліцерин та трубопроводом подається вода очищена для перемішування та нагрівання до температури 70-75°C протягом 10-15 хв [1,5].

Реактор-змішувач **13** попередньо нагрівається до температури 70-75°C для запобігання небажаного налипанню жиру до стінок обладнання потім шестерінчастим насосом **12** подається жирова фаза до реактора-змішувача **13**. Відцентровим насосом **10** подаємо водну фазу під час інтенсивного перемішування в реактор-змішувач **13** протягом 10-15 хв [1,5].

Шестерінчастим насосом **14** подаємо крем до реактора-змішувача **15** для повільного охолодження це дає змогу одержати густий продукт бо вразі швидкого охолодження існує небезпека виділення жирових крапель [5].

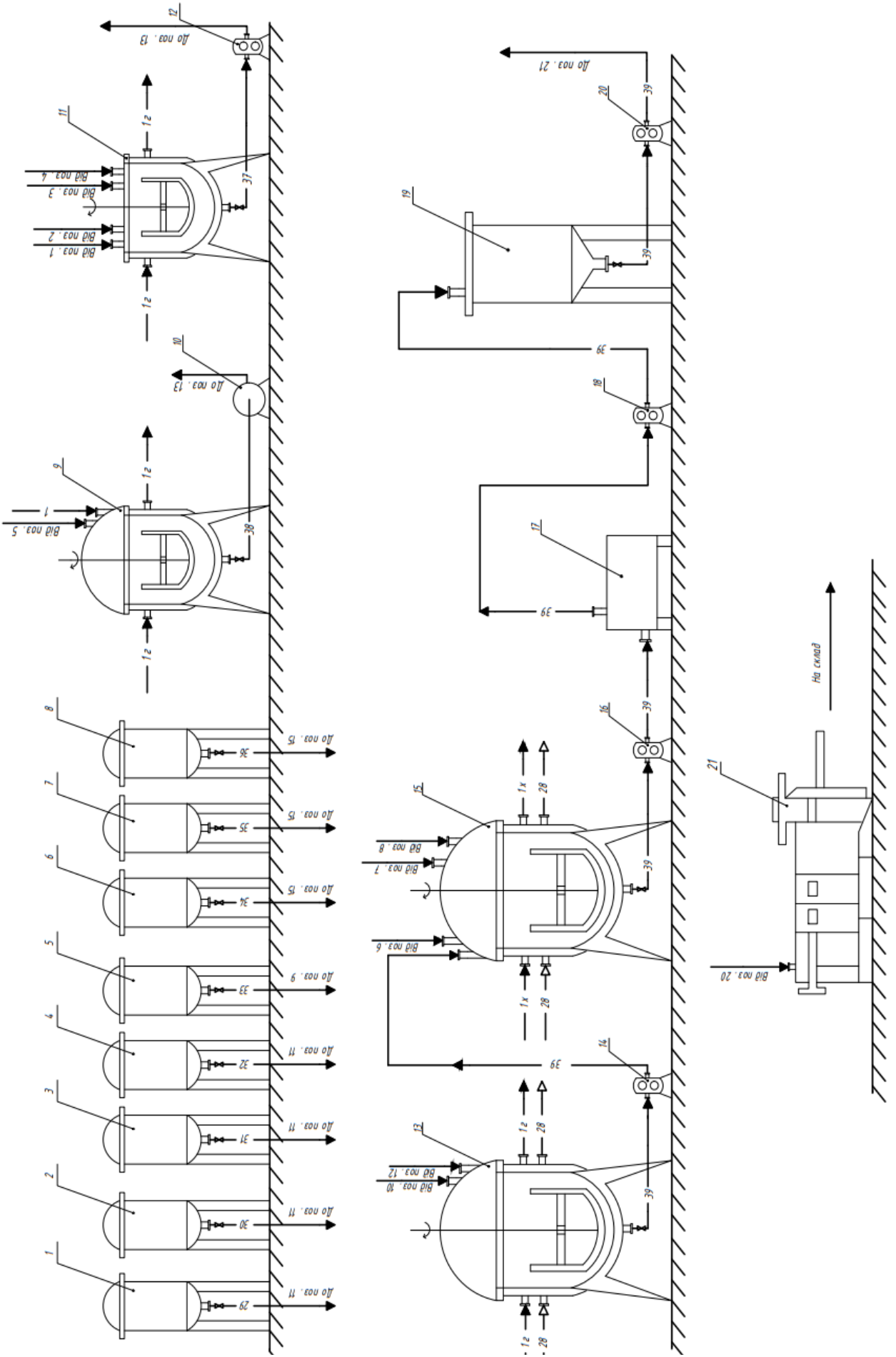


Рисунок 4.4 – Арагурно-технологічна схема отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули

Охолодження відбувається підчас повільного перемішування для забезпечення вирівнювання температури в середині продукту. Спочатку охолоджуємо крем до температури 40-45°C, а потім зі мірника **6,7,8** надходять компоненти активної фази (саліцилова кислота, борна кислота, водно-спиртовий екстракт календули). Потім охолоджуємо крем до температури 30-32°C [1,5].

З реактора-змішувача **15** насосом **16** подаємо крем до гомогенізатора **17** для гомогенізації протягом 10 хв. Насосом **18** з гомогенізатора **17** подаємо крем в збірник **19** для висолювання протягом 10-12 годин при температурі 20°C. Потім зі збірника **19** шестерінчастим насосом **20** подаємо крем для фасування та пакування до фасувального апарату **21**.

4.5. Контроль якості готової продукції

Контроль якості парфумерно-косметичної продукції повинний відповідати чинному законодавству, стандарту, нормі і правилам. Косметичний крем повинен відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.9.027-99. Також для державного нормування використовують такий стандарт, як ДСТУ EN ISO 22716:2015 «Косметика. Належна виробнича практика (GMP). Настанови з належної виробничої практики» та «Технічний регламент на косметичну продукцію» який набере чинності з 03.08.2024 р.

Відповідно до ДСанПіН 2.2.9.027-99 державні санітарні правила і норми безпеки продукції парфумерно-косметичної промисловості поширюються на парфумерні та косметичні засоби, що виробляються, імпортуються, реалізуються та застосовуються в побуті і професійному використанні [38].

Додержання ДСанПіН 2.2.9.027-99 є обов'язковим для підприємств, організацій та інших суб'єктів господарської діяльності незалежно від їх відомчого підпорядкування та форм власності, для громадських об'єднань, фізичних осіб [38].

Токсиколого-гігієнічні показники безпеки парфумерно-косметичної продукції гарантують відсутність у готовій продукції токсичної, подразнюючої, сенсibiliзуючої, фотосенсибилізуючої, дисхромічної чи іншої несприятливої дії на здоров'я людини за умов застосування згідно з призначенням протягом

гарантійного терміну зберігання. До обов'язкових токсиколого-гігієнічних показників безпеки належать: індекс "гострої" токсичності при нанесенні на шкіру; індекс "хронічної" токсичності при нанесенні на шкіру; індекс шкірно-подразнюючої дії; індекс подразнюючої дії на слизову оболонку очей; індекс сенсibiliзуючої дії; індекс "гострої" токсичності при введенні у шлунок; і індекс "хронічної" токсичності при введенні у шлунок; індекс фото сенсibiliзуючої дії. індекс негативної дії на стан шкіри людини, її придатків та слизових оболонок в умовах практичного використання парфумерно-косметичних засобів [38].

Мікробіологічні показники безпеки продукції косметичної промисловості базуються на відсутності чи обмеженні допустимого рівня вмісту патогенних, потенційно-патогенних для здоров'я людини та санітарно-показових мікроорганізмів, які повинні гарантувати безпеку продукції за умов застосування згідно з призначенням протягом гарантійного терміну зберігання. Безпеку продукції щодо обмежень рівня вмісту мікроорганізмів характеризують за такими обов'язковими показниками: кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФAM); кількість дріжджів роду *Candida* та пліснявих грибів; вміст бактерій родини *Enterobacteriaceae*; вміст *Staphylococcus aureus*; вміст *Pseudomonas aeruginosa*. Мікробіологічні показники для косметичного крему наведені в таблиці 4.10 [38].

Таблиця 4.10 – Мікробіологічні показники косметичного крему

| Назва показника | Характеристика і норми |
|--|------------------------|
| Кількість мезофільних аеробних та факультативноанаеробних мікроорганізмів, КУО/г (куб. см) | 100 |
| Бактерії сем. <i>Enterobacteriaceae</i> 1 г (куб.см) продукції | Відсутні |
| <i>Staphylococcus aureus</i> в 1 г (куб.см) продукції | Відсутні |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1 г (куб.см) продукції | Відсутні |

Органолептичні та фізико-хімічні показники косметичних кремів, які регламентуються ДСТУ 4765-2007 «Креми косметичні» наведені в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Органолептичні та фізико-хімічні показники косметичних кремів

| Назва показника | Характеристика і норма | | |
|---|---|--------------|-------------------------|
| | Емульсійні креми | Жирові креми | Креми на гелевій основі |
| Зовнішній вигляд | Однорідна маса без сторонніх домішок | | |
| Колір | Властивий кольору, встановленому у технічних вимогах на крем конкретної назви | | |
| Запах | Властивий запаху, встановленому у технічних вимогах на крем конкретної назви | | |
| Масова частка води і летких речовин, % | 5,0...98,0 | - | 5,0...98,0 |
| pH | 5,0...9,0 | | |
| Колоїдна стабільність | Стабільна | - | Стабільна |
| Термостабільність | Стабільна | - | Стабільна |
| Температура крапле падіння, °С | - | 39...55 | - |
| <p>Примітка 1. У косметичних кремах спеціального призначення (скрабах, пілінгах тощо) дозволено специфічні вкраплення абразиву та добавок.</p> <p>Примітка 2. Норму водневого показника рН для косметичних кремів спеціального призначення (скрабів, вибілювальних, для автозасмагання, сонцезахисних тощо) та для кремів з вмістом рослинних настоїв або екстрактів трав, фруктових кислот або їхніх похідних дозволено 3,0...9,0, а у кремах для депіляції – 7,0...12,7</p> | | | |

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1 Витрати на сировину та таропакувальні матеріали

Вартість сировини необхідної для отримання 100 кг готового крему для догляду за обличчям з екстрактом календули наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість сировини для 100 кг готового крему для догляду за обличчям

| Сировина та матеріали | Норма витрат на 100 кг продукції, кг | Ціна одиниці сировини за 1 кг/грн | Вартість, грн |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Соняшникова олія | 9 | 50 | 450 |
| Обліпихова олія | 9 | 264,93 | 2384,37 |
| Ланолін | 2 | 600 | 1200 |
| Емульгатор (Емульфарма 1000) | 3 | 872 | 2616 |
| Вода | 64,8 | 33 | 2138,4 |
| Гліцерин | 8 | 230 | 1840 |
| Саліцилова кислота | 1,5 | 337,5 | 506,25 |
| Борна кислота | 0,2 | 780 | 156 |
| Екстракт календули | 1,5 | 142,87 | 214,305 |
| Всього | 100 | | 11 505,325 |

Отже, витрати на сировинну базу складають 11 505,325 грн. Для транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймемо в розмірі 5 %, що складають:

$$11\,505,325 \cdot 0,05 = 575,27 \text{ грн.}$$

Сумарно витрати на сировинну базу становлять:

$$11\,505,325 + 575,27 = 12\,080,59 \text{ грн.}$$

Крем для догляду за обличчям з екстрактом календули буде фасуватися у вакуумні флакони по 50 г. За один цикл випускається 93,278 кг крему, тому норма витрати флаконів становить:

$$93,278/0,05 = 1865,56 \text{ шт.}$$

Витрати на таропакувальні матеріали наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати на таропакувальні матеріали для 93,278 кг готового крему для догляду за обличчям

| Назва сировини | Одиниця виміру | Норма витрат на 100 кг | Ціна одиниці сировини, грн | Вартість, грн |
|------------------|----------------|------------------------|----------------------------|------------------|
| Вакуумний флакон | шт. | 1 865,56 | 22,57 | 42 105,69 |
| Етикетка | шт. | 1 865,56 | 0,5 | 932,78 |
| Всього | | | | 43 038,47 |

Отже, витрати на таропакувальні матеріали складають 43 038,47 грн. Для транспортно-заготівельні витрати на таропакувальні матеріали прийmemo в розмірі 5 %, що складають:

$$43\ 038,47 \cdot 0,05 = 2\ 151,92 \text{ грн.}$$

Сумарно витрати на таропакувальні матеріали становлять:

$$43\ 038,472 + 2\ 151,92 = 45\ 190,39 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на енергетичні ресурси, які виробництво буде використовувати на виробництво 100 кг крему для догляду за обличчям з екстрактом календули наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вартість енергетичних ресурсів

| Енергоресурс | Одиниця виміру | Норма витрат на 100 кг | Ціна, грн | Вартість, грн |
|----------------|----------------|------------------------|-----------|---------------|
| Вода технічна | м ³ | 15 | 16,88 | 253,2 |
| Електроенергія | кВт | 22 | 2,64 | 58,08 |
| Всього | | | | 311,28 |

Отже, витрати на енергетичні ресурси становить 375,056 грн. Для транспортно-заготівельні витрати на енергетичні ресурси приймемо в розмірі 5 %, що складають:

$$311,28 \cdot 0,05 = 15,56 \text{ грн.}$$

Сумарно витрати на енергетичні ресурси становлять:

$$311,28 + 15,56 = 326,84 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок планового фонду заробітної плати працівників

Розрахунок фонду заробітної плати наведено в таблиці 5.4. Тривалість зміни 8 год. Кількість робочих днів 365, підприємство працює з вихідними та святами. Тому кількість робочих днів становить 262 дні. Ефективний фонд робочого часу складає 2096 години.

Таблиця 5.4 – Фонд заробітної плати

| Професія | Кількість робітників на зміну | Годинна тарифна ставка, грн | Тривалість зміни, год | Ефективний фонд робочого часу, год. | Тарифний фонд заробітної плати, грн |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Начальник цеху | 1 | 120,96 | 8 | 2096 | 253 532,16 |
| Головний технолог | 1 | 71,88 | 8 | 2096 | 150 660,48 |
| Оператор лінії | 2 | 63,48 | 8 | 2096 | 266 108,16 |
| Працівник відділу фасування | 1 | 90,83 | 8 | 2096 | 190 379,68 |
| Наладчик обладнання | 2 | 93,13 | 8 | 2096 | 390 400,96 |
| Всього | | | | | 1 251 081,44 |

Отже, витрати на фонду заробітної плати складають 1 251 081,44 грн. Додаткову заробітну плату приймаємо як 25% від основної заробітної плати. ЄСВ приймаємо як 22% від основної заробітної плати. Розрахунки наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Додаткова заробітна плата працівників та відрахування ЄСВ

| Показник | Відсоток, % | Сума, грн. |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Додаткова заробітна плата | 25 % від фонду заробітної плати | 312 770,36 |
| Загальний фонд заробітної плати, грн | | 1 563 851,8 |
| Відрахування до ЄВВ | 22% від загального фонду плати | 344 047,396 |

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становить 312 770,36 грн, сума відрахувань до ЄСВ дорівнює 344 047,396 грн.

5.3 Розрахунок економічного ефекту капітальних вкладень

Розраховуємо добову потужність виробництва крему для догляду за обличчям з екстрактом календули за формулою 5.1.

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{г}} \cdot T_{\text{змін}} \cdot K_{\text{змін}} \quad (5.1)$$

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

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

Отже, продуктивність підприємства за добу складає 100 кг. Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою 5.2.

$$P_{\text{фак}} = P_{\text{доб}} \cdot K_{\text{вик}} \quad (5.2)$$

де, $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання потужності (нормативне значення 0,9).

$$P_{\text{фак}} = 100 \cdot 0,9 = 90 \text{ кг}$$

Річний обсяг виробництва розраховуємо за формулою 5.3.

$$O = P_{\text{факт}} \cdot K_{\text{д.р.}} \quad (5.3)$$

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

$$O = 90 \cdot 262 = 23\,580 \text{ кг}$$

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 150% від основної заробітної плати:

$$1\,251\,081,44 \cdot 1,5 = 1\,876\,622,16 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції. Тому витрати приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$1\,251\,081,44 \cdot 0,1 = 125\,108,144 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати:

$$1\,251\,081,44 \cdot 2 = 2\,502\,162,88 \text{ грн.}$$

Розрахуємо виробничу собівартість виробництва крему для догляду за обличчям з екстрактом календули:

$$12\,080,59 + 45\,190,39 + 326,84 + 1\,251\,081,44 + 312\,770,36 + 344\,047,396 + 1\,876\,622,16 + 125\,108,144 + 2\,502\,162,88 = 6\,469\,390,2 \text{ грн.}$$

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

$$6\,469\,390,2 \cdot 0,025 = 161\,734,76 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$6\,469\,390,2 \cdot 0,03 = 194\,081,71 \text{ грн.}$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1% від виробничої собівартості:

$$6\,469\,390,2 \cdot 0,01 = 64\,693,90 \text{ грн.}$$

Отже, повні витрати на виробництві крему для догляду за обличчям з екстрактом календули становлять:

$$6\,469\,390,2 + 161\,734,76 + 194\,081,71 + 64\,693,90 = 6\,889\,900,57 \text{ грн.}$$

Витрати на 1 кг крему для догляду за обличчям з екстрактом календули будуть складати:

$$6\,889\,900,57 \text{ грн} / 23\,580 \text{ кг} = 292,19 \text{ грн.}$$

Ціна 1 кг крему для догляду за обличчям з екстрактом календули становить:

$$292,19 \text{ грн} \cdot 50\% = 438,29 \text{ грн.}$$

Ціна 1 флакону вагою 50 г крему для догляду за обличчям з екстрактом календули становить:

$$(438,29/1000) \cdot 50 = 21,91 \text{ грн.}$$

$$\text{Прибуток} = (\text{ціна} - \text{собівартість}) \cdot \text{обсяг} = (438,29 - 292,19) \cdot 23\,580 = 3\,445\,038 \text{ грн}$$

Рентабельність дорівнює

$$\frac{\text{Прибуток}}{\text{Річна собівартість}} \cdot 100\% = \frac{3\,445\,038}{6\,889\,900,57} \cdot 100\% = 50,0012731\% \approx 50\%$$

Отже, на підставі проведених економічних розрахунків та отриманих результатів, можна зробити висновок, що дане виробництво є рентабельним.

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Вплив виробництва на навколишнє середовище

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини є невід'ємною умовою сталого економічного та соціального розвитку України [40].

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість додержання екологічних нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;
- гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;
- запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;
- екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;
- збереження просторової та видової різноманітності і цілісності природних об'єктів і комплексів;
- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище та інші [40].

Екологічні нормативи встановлюють гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні допустимого шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів. Екологічні нормативи повинні встановлюватися з урахуванням вимог санітарно-гігієнічних та санітарно-протиепідемічних правил і норм, гігієнічних нормативів [40].

Розглянемо настанови, які застосовуються для відходів виробництва відповідно ДСТУ EN ISO 22716:2015 Косметика. Належна виробнича практика (GMP). Настанови з належної виробничої практики [35]:

- Відходи повинні утилізуватися вчасно і відповідно до санітарних норм.
- Використовуючи висновки виробничих лабораторій та лабораторій контролю якості, компанія повинна визначити різні типи відходів, які можуть вплинути на якість продукції.
- Потік відходів не повинен впливати на виробничі та лабораторні операції.
- Необхідно вжити відповідних заходів щодо збору, транспортування, зберігання та утилізації відходів.
- Контейнери з відходами повинні бути належним чином ідентифіковані щодо вмісту та іншої інформації, за необхідності.
- Утилізація відходів повинна здійснюватися належним чином з належним рівнем контролю [35].

Основні напрямки з вирішення проблем захисту навколишнього середовища можна видіти такі як:

- удосконалення й розробка технологічних процесів, найновішого устаткування з найменшим рівнем викидів домішок та відходів;
- зміна токсичних відходів нетоксичними, неутілізовані відходи на утилізовані [41].

6.2 Очистка стічних вод

Якість та об'єм використаної води в ході технологічного процесу та також склад стічних вод, що відводяться у відкриті водоймища, залежать від технології виробництва, виду готової продукції, рівня технологічного устаткування підприємств, очисних споруд [41].

Очищення стічних вод від механічних домішок здійснюється такими методами як:

- промішуванням;

- відстоюванням;
- відокремленням механічних частинок у полі дії центробіжних сил і фільтруванням від масловміщуючих домішок;
- обробкою в гідроциклонах;
- флотацією і фільтруванням;
- електрофлотацією;
- обробкою спеціальними реагентами [41].

Норми охорони води – це показники, дотримання яких забезпечує екологічне збереження водних об'єктів і необхідні умови охорони здоров'я населення [41].

Контроль якості води – це перевірка показників контролюваного водного середовища стосовно встановлених норм і вимог [41].

Отже, охорона водного басейну вміщує систему заходів, спрямованих на попередження й усунення наслідків забруднення, засмічення та виснаження вод. Найважливіші водоохоронні заходи регламентування державними стандартами гранично допустимих показників забрудненості контролюваного водного середовища [41].

РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Основи охорони праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [42].

Основні положення про охорону праці на парфумерно-косметичному виробництві зазначені в наказі «Правил охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції».

Вимоги безпеки до виробництва парфумерно-косметичної продукції відповідно до Правил охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції [43]:

1. Технологічний процес з виготовлення парфумерно-косметичної продукції повинен проводитися в герметичному устаткуванні і за допомогою завантажувальних засобів при працюючій вентиляції (загальнообмінної і місцевої).

2. Завантаження сировини в апарати (перколятори, реактори, змішувачі тощо), передача напівпродукту з однієї одиниці устаткування до іншої (за технологічною схемою), перемішування парфумерних рідин, передача готової продукції на фільтрування повинні бути механізовані. Транспортування спирту етилового і парфумерних рідин трубопроводами, у закритих збірниках слід проводити механізованим способом (насоси, мішалки) або за допомогою інертного газу. Застосування для цього стисненого повітря не допускається.

3. Розчинення невеликих кількостей кристалічних запашних речовин у будь-якому компоненті композиції у спеціальних посудинах (стальйонках) у разі нагрівання на водяній бані повинно проводитися у витяжних шафах. Стальйонки з гарячою композицією повинні піднімати не менше двох працівників, руки яких мають бути захищені відповідними засобами індивідуального захисту (брзентовими рукавицями). Транспортування стальйонки слід проводити на

спеціально пристосованих візках. Візки повинні мати упори і накладки на колесах з матеріалу, що не утворює іскор.

4. Відбір проб сировини та готової продукції з технологічного устаткування (мірильників, апаратів, реакторів) необхідно проводити за допомогою пробовідбірних кранів при працюючій місцевій витяжній вентиляції. У випадку аварійного розливу горючої рідини, легкозаймистої рідини або хімікатів необхідно негайно ввімкнути аварійну вентиляцію і прибрати розлиті речовини (засипати піском, зібрати алюмінієвим совком у тару для відходів).

5. Виробництво парфумерно-косметичної продукції, небезпечне у відношенні виділення у повітря робочої зони вибухопожежонебезпечних парів, пилу і шкідливих речовин, повинно проводитися в герметичному устаткуванні.

6. Технологічне устаткування виробництва парфумерно-косметичної продукції повинно бути заземлене.

7. Завантаження вибухопожежонебезпечних і шкідливих речовин повинно проводитися механізованим способом.

8. Завантаження, ручні процеси з невеликими кількостями речовин повинні проводитися за діючою місцевою вентиляцією із застосуванням засобів індивідуального захисту та індивідуального захисту органів дихання.

9. Транспортування розтопленої сировини у варильне відділення повинно бути механізованим.

10. Технологічні процеси з пиловими матеріалами у виробництві парфумерно-косметичної продукції повинні проводитися в технологічному устаткуванні (просіювачах, змішувачах, транспортувальних пристроях), що підключено до систем аспірації.

11. Пускові пристрої устаткування повинні бути заблоковані таким чином, щоб їх пуск був неможливий без попереднього пуску аспіраційних систем з розривом у часі 15 секунд, зупинення аспіраційних систем здійснюється через 2-3 хвилини після зупинки технологічного устаткування.

12. Дверцята, кришки і люки устаткування, призначені для оперативного контролю за їх роботою, повинні влаштовуватись у місцях, доступних для безпечного обслуговування, та щільно зачинятись [43].

7.2 Основи гігієни на виробництві

Гігієна праці – це підгалузь загальної гігієни, яка вивчає вплив виробничого середовища на функціонування організму людини і його окремих систем. Організм людини формувався в умовах реального природного середовища. Основними чинниками цього середовища є мікроклімат, склад повітря, електромагнітний, радіаційний і акустичний фон, світловий клімат тощо [44].

Гігієнічну класифікацію праці можна умовно поділити на чотири класи: перший клас (оптимальні умови праці) це такі умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності; другий клас (допустимі умови праці) характеризуються такими рівнями чинників виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їхніх спадкоємців у найближчому і віддалених періодах; третій клас (шкідливі умови праці) характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих чинників, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівників та їхніх спадкоємців; четвертий клас (небезпечні (екстремальні) умови праці) характеризуються такими рівнями шкідливих чинників виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень. [44].

Розглянемо настанови, які застосовуються до гігієни персоналу відповідно ДСТУ EN ISO 22716:2015 Косметика. Належна виробнича практика (GMP). Настанови з належної виробничої практики [35]:

- Програми з гігієни повинні бути розроблені та адаптовані до потреб підприємства. Ці вимоги повинні бути зрозумілі і дотримуватися кожною особою, чия діяльність пов'язана з виробництвом, контролем і зберіганням.
- Персонал повинен бути проінструктований щодо використання засобів для миття рук.
- Кожна особа, яка входить у виробничі, контрольні та складські приміщення, повинна носити відповідний одяг та захисні засоби, щоб уникнути забруднення косметичної продукції.
- Слід уникати вживання їжі, пиття, жування, куріння або зберігання продуктів харчування, напоїв чи матеріалів для куріння або особистих ліків у виробничих, контрольних та складських приміщеннях.
- Будь-яка антисанітарія у виробничих, контрольних та складських приміщеннях або в будь-якій іншій зоні, де продукт може зазнати негативного впливу, повинна бути заборонена.
- Здоров'я персоналу. Необхідно вжити заходів, щоб забезпечити, наскільки це практично можливо, щоб будь-яка особа, яка страждає на явну хворобу або має відкриті пошкодження на відкритих ділянках тіла, не мала прямого контакту з продукцією доти, доки її стан не буде виліковано або доки медичний персонал не визначить, що якість косметичної продукції не буде порушена.
- Відвідувачі та непідготовлений персонал. Бажано не допускати відвідувачів або непідготовлений персонал у виробничі, контрольні та складські приміщення. Якщо це неминуче, їм слід заздалегідь надати інформацію, зокрема, про особисту гігієну та необхідний захисний одяг. Вони повинні перебувати під ретельним наглядом [35].

Освітлення робочого місця також має велике значення. Воно впливає на стан фізіологічні процеси в організмі людини. Його класифікують за видом джерела світла: *природне (сонячне)* – це освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях; *штучне (розрядні та світлодіодні джерела*

світла) поділяють на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне та чергове; *сумісне* освітлення коли в світлі години доби використовують обидва джерела одночасно [44].

7.3 Електробезпека та пожежна безпека

Електротравматизм – це результат порушення правил техніки безпеки та інструктажів, відсутності технагляду та аварійного режиму роботи електроустановок. Це наслідок незадовільної ізоляції струмо-провідних частин, перехід напруги на корпус електроустановок, обрив проводів (і як наслідок – крокова напруга, напруга дотику). Причиною електротравматизму в багатьох випадках є непродумані, помилкові дії оперативного обслуговуючого персоналу [44].

В електробезпеці беруть до уваги три характерні шляхи проходження електричного струму: рука-рука, рука-ноги, нога-нога. Також можна виділити такі наступні основні причини уражень електрострумом: дотик до струмопровідних або неструмопровідних частин, що опинились під напругою; користування несправним електрообладнанням, електроінструментом, вимірювальними приладами, лампами і побутовими електроприладами [44].

Для забезпечення електробезпеки від випадкового дотику до струмоведучих частин досягається наступними способами та засобами, що застосовуються окремо або в поєднанні один з одним: захисні огорожі; ізоляція струмоведучих частин; застосування малої напруги; електричний розподіл мережі; захисне заземлення; захисне занулення; захисне відключення; захист від небезпеки при переході напруги з вищої сторони на нижчу; компенсація струмів замкнення на землю; ізолюючі захисні та охоронні засоби; організація безпечної експлуатації електроустаткування [44].

Пожежна безпека підприємства – це такий стан промислового об'єкту, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей [44].

Показники вибухопожежонебезпеки речовин і матеріалів визначаються для того, щоб отримати вихідні дані для розроблення та створення системи пожежовибухобезпеки. До показників пожежовибухонебезпечності речовин і матеріалів належать: група горючості, температура спалаху, температура займання, нижня і верхня концентраційні межі поширення полум'я, умови теплового займання [44].

Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є: система запобігання пожежі, система протипожежного захисту та система організаційно-технічних заходів [44].

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організацію пожежної охорони на об'єкті, проведення навчань з питань пожежної безпеки (включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми), застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації, організацією проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін. На рисунку 7.1 зображена загальна схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта [44].



Рисунок 7.1 – Загальна схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта

ВИСНОВКИ

1. Опрацьовано значну кількість науково-технічної літератури за темою роботи. Проаналізовано: класифікацію та загальну характеристику косметичних засобів; сировину для виробництва косметичних засобів; характеристику календули лікарської (нагідки лікарської) та її екстракту; хімізм емульсійного крему; аналіз рецептур та існуючих технологій; обґрунтування напряму досліджень.

2. Охарактеризовано предмети дослідження та наведено методи досліджень.

3. Лабораторних умовах було отримано водно-спиртовий екстракт календули з вмістом розчинних сухих речовин приблизно 9,2%. Отримано дослідні зразки за розробленими рецептурами лосьйону та крему для догляду за обличчям з екстрактом календули. Охарактеризовано їхні фізико-хімічні та органолептичні показники якості. Отримані зразки відповідають стандартом якості на косметичну продукцію.

4. Розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва. Розраховано матеріальний баланс для отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули. Також було здійснено підбір основного технологічного обладнання. Проаналізовано контроль якості готової продукції.

5. Розраховано економічну ефективність отримання крему для догляду за обличчям з екстрактом календули. Рентабельність виробництва становить 50%. Вартість одного флакону становить приблизно 22 грн.

6. Розглянуто основні заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві. Та наведено основні настанови з належної виробничої практики косметики, які застосовуються для відходів виробництва.

7. Проаналізовано основні заходи з охорони праці на виробництві. Також було розглянуто основні настанови з належної виробничої практики косметики, які застосовуються до гігієни персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пешук Л.В. Технологія парфумерно-косметичних продуктів: [навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Пешук Л.В., Бавіка Л.І., Демідов І.М.]; К.: Центр учбової літератури, 2007. 376 с.
2. Технологічні аспекти виробництва косметичних емульсій і кремів / Н. А. Ткаченко, Л. О. Ланженко, Н. О. Дец, О. В. Севастьянова. Д. М. Скрипніченко О.: ОНАХТ, 2018. 151 с.
3. Технологія лікувально-косметичних засобів: навчальний посібник / упорядк.: Борисюк І.Ю., Фізор Н.С., Валіводзь І.П., Акішева А.С. Одеса, ОНМедУ, 2020. 52 с.
4. Практикум з технології лікарських косметичних засобів: навч. посіб. / Т. Г. Калинюк, Є. В. Бокшан, С. Б. Білоус та ін. К.: Медицина, 2008. 182 с.
5. Технології рослинних олій, жиркових і косметичних продуктів: навч. посіб. / Є. І. Шеманська, І. Г. Радзієвська; Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2020. 182 с.
6. Ковальова А.М. Нагідки лікарські // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1158/nagidki-likarski> (дата звернення: 08.11.2023)
7. Надія І. Джуренко, Світлана П. Машковська, Олена П. Паламарчук. Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м.Київ. Нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) в медицині, косметології, кулінарії та садовому дизайні // Збірка статей. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5455/2/Ethnobotany%20%282020%29.pdf#page=81> (дата звернення: 08.11.2023)
8. Солодовніченко Н.М., Журавльов М.С., Ковальов В.М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати: Навч. посіб. вищих фарм. навч. закладів III-IV рівнів акред. Вид-во НФаУ; МТК-книга, 2003. 408 с.
9. Зінченко О.І., Коротєєв А.В., Каленська С.М. та ін. Рослинництво / За ред. О.І. Зінченко. Практикум. Вінниця: Нова Книга 2008. 536 с.

10. Т. А. Шостак, Т. Г. Калинюк, Л. В. Вронська. Ідентифікація та кількісне визначення флавоноїдів комплексного густого екстракту трави звіробою та квіток нагідок. Фармацевтичний журнал, 2017, № 3-4 URL: https://www.researchgate.net/profile/Lidmyla-Vronska/publication/328536007_Identification_and_quantitative_determination_of_the_flavonoids_of_the_complex_dense_extract_of_st_john's_wort_herb_and_pot_marigold_flowers/links/5c3c622992851c22a3736e5e/Identification-and-quantitative-determination-of-the-flavonoids-of-the-complex-dense-extract-of-st-johns-wort-herb-and-pot-marigold-flowers.pdf (дата звернення: 08.11.2023)

11. Протункевич О. О. Присяжнюк К. О. Пономарьова Л. А. Дослідження технологічних характеристик квіток календули (*flores calendulae*) для оптимізації екстракції флавоноїдів. URL: http://www.medfoundation.od.ua/zhurnaly/24_2019.pdf#page=56 (дата звернення: 08.11.2023)

12. Трембач О. І. Хохленкова Н. В. Перспективи використання ліпофільного екстракту нагідків лікарських у складі мазі ранозагоювальної дії. The VII th International scientific and practical conference «Topical issues of science and practice» November 02-06, 2020 London, Great Britain 2020.781р. URL: https://www.researchgate.net/profile/Natavan-Bakhshaliyeva/publication/345166685_VII-Conference-02-06-London-Great-Britain-book/links/5f9fee4ca6fdccfd7b94b3cc/VII-Conference-02-06-London-Great-Britain-book.pdf#page=561 (дата звернення: 08.11.2023)

13. Фармакогнозія Лікарська рослинна сировина та фітозасоби / За загальною редакцією професора П.І. Середи. Вінниця: НОВА КНИГА, 2006. 352 с.

14. Загайко А.Л. Каротиноїди // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3457/karotinoidi> (дата звернення: 09.11.2023)

15. Jean M. Bokelmann MD. Medicinal Herbs in Primary Care: An Evidence-Guided Reference for Healthcare Providers, 2022. Pages 263-267 URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-84676-9.00034-9> (дата звернення: 09.11.2023)
16. Дмитрієвський Д.І., Богуславська Л.І., Хохлова Л.М. та ін. Технологія лікарських препаратів промислового виробництва. Навчальний посібник. Видання друге / За ред. Д.І. Дмитрієвського. Вінниця: НОВА КНИГА, 2008. 280 с.
17. Грицан Л.Д., Томаровська Т.О., Зайцев О.І., Бірюк І.А. Екстракція // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2323/ekstrakciya> (дата звернення: 09.11.2023)
18. Сидоров Ю.І., Чуєшов В.І., Новіков В.П. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості. Вінниця: Нова Книга, 2009. 816 с.
19. Макаренко О.Г. Хімія поверхнево активних речовин : курс лекцій для студ. освітнього ступеня “бакалавр” спеціальності 161 "Хімічна технологія та інженерія" ден. форми навчан. / О.Г. Макаренко. К.: НУХТ, 2016. 124 с.
20. Хімія та технологія косметичних засобів: лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія” ден. форми навч. / уклад. Н.І. Сабадаш. К.: НУХТ, 2016. 184 с.
21. Рубан О.А. Вода // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1782/voda> (дата звернення: 14.11.2023)
22. Рибачук В.Д., Перцев І.М. Етиловий спирт // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/607/spirt-etilovij> (дата звернення: 14.11.2023)
23. Дмитрієвський Д.І., Ситник К.М. Гліцерин // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2997/glicerin> (дата звернення: 14.11.2023)

24. Рибачук В.Д. Кислота борна // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3497/kislota-borna> (дата звернення: 14.11.2023)
25. Боряк Л.І., Столетов Ю.В. Кислота саліцилова // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3525/kislota-salicilova> (дата звернення: 14.11.2023)
26. Рибачук В.Д. Олія соняшникова // Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3132/oliya-sonyashnikova> (дата звернення: 14.11.2023)
27. Технології ефірних олій і парфумерно-косметичних продуктів: лаб. практикум : навч. посіб. / В. В. Манк, М. І. Осейко, В. І. Бабенко та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2018. 139 с.
28. ДСТУ 4093-2002. «Лосьйони та тоніки косметичні». Київ.: Держспоживстандарт України, 2002.
29. ДСТУ 4765-2007. «Креми косметичні». Київ.: Держспоживстандарт України, 2007.
30. Хімія природних сполук: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад.: С.П. Бондаренко, М.С. Фрасинюк. К.: НУХТ, 2022. 81 с.
31. Жеплінська, М. М. Екстрагування цільових компонентів із лікарської сировини / М. М. Жеплінська, П. М. Немирович, А. В. Копиленко // Вісник НТУУ КПІ. 2011. №2 (8). С. 33-35.
32. Статистичні задачі та аналіз в технологіях: лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» денної та заочної форм навчання. / уклад. Т. Г. Мисюра, Н.В. Попова. К.: НУХТ, 2019. 127 с.

33. Математико-статистичні методи досліджень: метод. рекомендації до практичних занять для студ. освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання. / уклад. Т. Г. Мисюра, Н.В. Попова, Ю.В. Запорожець. К.: НУХТ, 2017. 144 с.
34. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навчання / уклад. О.Г. Макаренко, І.В. Житнецький. К.: НУХТ, 2015. 21 с.
35. ДСТУ EN ISO 22716:2015 Косметика. Належна виробнича практика (GMP). Настанови з належної виробничої практики (EN ISO 22716:2007, IDT). Київ. 2015. 28 с.
36. Каталог обладнання ТМ Промвіт (ТОВ НВК ПРОМФАРМ). URL: <https://promvit.com.ua/> (дата звернення 05.12.2023)
37. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. 2-е видання, доп. та випр. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с.
38. ДСанПіН 2.2.9.027-99 Державні санітарні правила і норми безпеки продукції парфумерно-косметичної промисловості. URL: <https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4261> (дата звернення 06.12.2023)
39. Ємцева Г.Ф. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання/ Г.Ф.Ємцева. К.: НУХТ, 2021, 144 с.
40. Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ «Про охорону навколишнього природного середовища» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 18.12.2023)
41. Основи охорони праці: підручник / М. С. Одарченко, М. А. М. Одарченко, В. І. Степанов, Я. М. Черненко. Харків: Стиль-Издат, 2017. 334 с.
42. Закон України від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ «Про охорону праці» (зі змінами, внесеними згідно із Законом від 4 лютого 2021 року № 1213-

IX) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення 22.12.2023)

43. Наказ від 06.11.2014 № 786 «Про затвердження Правил охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1506-14#Text> (дата звернення 27.12.2023)

44. Євтушенко О.В. Основи охорони праці: Підручник / О.В. Євтушенко, А.О. Сірик. К.: НУХТ, 2020. 378 с.

45. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 161 Хімічні технології та Інженерія, освітньо-професійної програми «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» денної та заочної форм здобуття освіти / уклад.; О.В. Подобій, Т.М. Бойчук. К.: НУХТ, 2023 . 71 с.