

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)

«__» грудня 2025р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ Тамара НОСЕНКО

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» грудня 2025 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: Розробка технології косметичного крему для обличчя з екстрактом листя *Ziziphus Spina Christi*

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу, групи ЗХТ-2-1М

РАДЗИМІНСЬКА Олеся Володимирівна

(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник ПОДОБІЙ Олена Валеріївна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

_____ (підпис)

_____ (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

_____ (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

_____ (підпис)

Світлана БОНДАРЕНКО

(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.

Здобувачка _____

(підпис)

Київ – 2025 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

“ 10 ” жовтня 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Радзімінська Олеся Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології косметичного крему для обличчя з екстрактом листа *Ziziphus Spina Christi*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” 10 2025 року № 833-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Продуктивність виробничої лінії 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, 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 10.10.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	10.10.2025	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10.10.2025-12.10.2025	
3	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	13.10.2025-15.10.2025	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	15.10.2025-23.10.2025	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23.10.2025-31.10.2025	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	01.11.2025-03.11.2025	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	04.11.2025-06.11.2025	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	07.11.2025-10.11.2025	
9	ВИСНОВКИ	11.11.2025-15.11.2025	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	16.11.2025-17.11.2025	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18.11.2025-21.11.2025	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	21.11.2025-24.11.2025	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	25.11.2025-01.12.2025	

Здобувач _____

(підпис)

Олеся РАДЗІМІНСЬКА _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Олена ПОДОБІЙ _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Радзімінська О.В. Розробка технології інноваційного косметичного крему для обличчя з екстрактом листя *Ziziphus spina-christi* (актив Glow Age™).

Пояснювальна записка: 98 с, 19 рис., 25 табл., 90 літературних джерел.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А1.

У кваліфікаційній роботі проведено комплексний аналіз науково-технічної літератури щодо особливостей екстракту *Ziziphus spina-christi*, його антиглікаційних, антиоксидантних та зволожувальних властивостей, а також тенденцій розвитку косметичного ринку України. Розроблено рецептуру косметичного крему на основі активу Glow Age™ та проведено дослідження органолептичних, фізико-хімічних та інструментальних показників зразків.

Під час створення технології враховано вимоги Належної виробничої практики (GMP), що забезпечують безпечність, простежуваність та контроль якості косметичної продукції. Сировинні компоненти підбрано з урахуванням їх токсикологічного профілю та сумісності у емульсійних системах типу «олія у воді».

Розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва крему. На їх основі виконано розрахунок матеріального балансу та визначено вихід готової продукції. Проведено економічні розрахунки виробництва, визначено собівартість одиниці готового продукту та основні показники економічної ефективності.

Наведено заходи щодо охорони навколишнього середовища, включно з аналізом впливу виробництва на екосистеми та рекомендаціями відповідно до екологічних вимог GMP. Описано систему охорони праці: вимоги безпеки до виробничих будівель, обладнання, робочих місць та умов праці відповідно до міжнародних стандартів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: GMP, GLOW AGE™, ZIZIPHUS SPINA-CHRISTI, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕМУЛЬСІЯ, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, КОСМЕТИЧНИЙ КРЕМ, ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА, ТОКСИКОЛОГІЧНИЙ ПРОФІЛЬ.

ABSTRACT

Radziminska O.V. Development of technology for an innovative cosmetic facial cream with *Ziziphus spina-christi* leaf extract (Glow Age™)

Explanatory note: 98 p., 19 figures, 25 tables, 90 references.

Graphic material: 2 drawings in A1 format.

This work presents a comprehensive analysis of scientific and technical literature on the bioactive properties of *Ziziphus spina-christi* leaf extract, its anti-glycation, antioxidant and moisturizing effects, as well as current trends in the cosmetics market of Ukraine. A formulation of a cosmetic facial cream containing the innovative active ingredient Glow Age™ was developed, followed by organoleptic, physicochemical and instrumental evaluation of the obtained samples.

During the development of the technological process, special attention was paid to compliance with Good Manufacturing Practice (GMP) requirements, ensuring product safety, traceability and quality control at all stages. The selection of raw materials was carried out considering their toxicological profile and compatibility within an oil-in-water emulsion system.

A flowchart and a hardware-technological scheme of the production process were developed. Based on these schemes, the material balance of the production line was calculated and the output of finished products was determined. Economic indicators of production efficiency were assessed, including the calculation of product cost.

Environmental protection measures were outlined in accordance with ecological safety standards and GMP recommendations. Occupational safety requirements for cosmetic manufacturing were also formulated, including safety regulations for workplaces, equipment and production premises.

KEYWORDS: GMP, GLOW AGE™, ZIZIPHUS SPINA-CHRISTI, ECONOMIC EFFICIENCY, EMULSION, MATERIAL BALANCE, COSMETIC CREAM, PRODUCTION TECHNOLOGY, TOXICOLOGICAL PROFILE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1 Історія виникнення кремів для обличчя.....	11
1.2 Тенденції розвитку косметичного ринку кремів для обличчя з початком війни.....	12
1.3 Теорії старіння шкіри. Вплив екстракту <i>Ziziphus spina-christi</i> (Glow Age Mibelle Biochemistry) на антивікові та зволожуючі процеси шкіри.....	14
1.4 Аналіз активів у косметичних кремах проти старіння шкіри та зволоження. Доцільність використання екстракту <i>Ziziphus spina-christi</i> (Glow Age™, Mibelle Biochemistry).....	16
1.5 Фізико-хімічні механізми дії активу Glow Age™.....	17
1.6 Обґрунтування напрямку досліджень.....	22
РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1 Об'єкт, предмет та загальна схема досліджень	24
2.2 Матеріали та сировина.....	24
2.3 Обладнання та прилади.....	25
2.4 Приготування дослідних зразків крему	27
2.5 Методи досліджень.....	27
2.5.1 Органолептичні методи дослідження.....	27
2.5.2 Інструментальні методи оцінки стану шкіри.....	28
2.5.3 Методи оцінки стабільності та фізико-хімічних властивостей кремів	29
2.5.4 Мікробіологічні методи.....	29
2.6 Математична обробка результатів.....	30
2.7 Методи контролю якості та мікробіологічного аналізу крему.....	30
РОЗДІЛ. III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	32
3.1 Розробка рецептури крему для обличчя з активом Glow Age™.....	32
3.2 Визначення стабільності косметичних емульсій.....	40
3.3 Визначення зволоженості шкіри.....	42

3.4 Математичне моделювання.....	50
3.5 Токсикологічний профіль інгредієнтів косметичного засобу.....	52
РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	57
4.1 Опис принципової схеми виробництва крему для обличчя з активом Glow Age™.....	57
4.2 Розрахунок матеріального балансу процесу отримання крему з активом GlowAGE™.....	59
4.3 Підбір основного технологічного обладнання.....	64
4.4 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва крему для обличчя з активом Glow AGE™	69
4.5 Забезпечення вимог належної виробничої практики (GMP) при виготовленні крему з активом Glow Age™.....	71
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	74
5.1 Розрахунок витрат на обладнання при виробництві крему.....	74
5.2 Розрахунок витрат сировинної бази та допоміжних матеріалів.....	76
5.3 Розрахунок витрат на енергоресурси.....	79
5.4 Розрахунок заробітної плати працівників.....	79
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	82
6.1 Екологічна безпека виробництва крему з екстрактом активу Glow Age™ та вплив виробництва на навколишнє середовище.....	82
6.2 Потенційні екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів та їх мінімізація згідно з GMP.....	84
РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ.....	88
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94

ВСТУП

Актуальність роботи. Косметична галузь є одним із найбільш динамічно зростаючих секторів світової промисловості, а попит на безпечні, науково обґрунтовані та екологічні засоби для догляду постійно збільшується. Український ринок косметичної продукції демонструє сталий розвиток, особливо у сегменті натуральної та функціональної косметики. Сучасний споживач приділяє значну увагу якості та походженню інгредієнтів, їх клінічно доведеній дії та відповідності вимогам Належної виробничої практики (GMP), що регламентує безпечність, простежуваність та контроль якості косметичних засобів на всіх етапах виробництва.

Останніми роками зростає інтерес до інноваційних біоактивних компонентів, які поєднують антивікові, антиоксидантні та зволожувальні властивості. Одним із таких компонентів є екстракт листя *Ziziphus spina-christi* – актив Glow Age™, який демонструє виражену антиглікаційну, колагенстимулюючу та зволожувальну дію. Встановлено, що біоактивні сполуки Glow Age™ знижують утворення кінцевих продуктів глікації, покращують стан міжклітинного матриксу та сприяють підвищенню еластичності шкіри.

Важливо підкреслити, що інгредієнти, використані для створення крему, мають сприятливий токсикологічний профіль, підтверджений даними з технічних досьє постачальників та наукових джерел. Це забезпечує безпечність готового продукту відповідно до вимог Регламенту ЄС № 1223/2009 та принципів GMP.

Зволожувальні компоненти – Aquaxyl™, гіалуронова кислота, бетаїн – синергічно діють з Glow Age™, забезпечуючи глибоке та пролонговане зволоження, відновлення бар'єрної функції та підвищення загального тонуусу шкіри. Саме тому розроблення стабільної рецептури крему з комплексною дією є актуальним завданням для сучасної косметичної хімії.

У структурі ринку доглядова косметика для обличчя займає до 70 % від загального обсягу продажів, а креми залишаються найбільш затребуваною

формою доглядових засобів. Розроблення рецептури крему з активом Glow Age™ поєднує сучасні тенденції натуральності, наукового підходу, відповідності вимогам GMP та токсикологічної безпечності.

Об'єкт роботи: технологія виробництва косметичного крему з активом Glow Age™.

Предмет роботи: рецептура, фізико-хімічні властивості та технологія отримання крему для обличчя на основі Glow Age™.

Мета роботи: на основі аналізу літературних джерел і вимог GMP розробити рецептуру косметичного крему з активом Glow Age™, дослідити його органолептичні, фізико-хімічні показники, стабільність та підтвердити безпечність використаних компонентів.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання:**

- провести аналіз ринку та сировинної бази активних інгредієнтів;
- дослідити токсикологічний профіль ключових компонентів та їх безпечність;
- розробити рецептуру крему з активом Glow Age™;
- провести органолептичні, фізико-хімічні та інструментальні дослідження отриманих зразків;
- розробити принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва;
- виконати матеріальний баланс виробництва;
- здійснити підбір та обґрунтування основного обладнання;
- розрахувати економічну ефективність виробництва;
- оцінити вплив виробництва на навколишнє середовище та сформулювати рекомендації згідно GMP;
- сформулювати вимоги охорони праці відповідно до стандартів GMP для косметичного виробництва.

Методи дослідження: експериментальні методи хімічного, фізичного-хімічного, органолептичного аналізу, розрахункові методи, методи математичного моделювання, визначення стабільності емульсій, інструментальна діагностика стану шкіри.

Магістерська робота виконана в рамках кафедральної держбюджетної теми № 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: Встановлено, що екстракт листя *Ziziphus spina-christi* – актив Glow Age™ містить комплекс біологічно активних речовин, здатних зменшувати процеси глікації, стимулювати синтез колагену та покращувати зволоженість шкіри. Розроблено та обґрунтовано рецептуру крему з інноваційним активом Glow Age™; вперше для заданих умов виробництва розроблено технологію крему на ламелярній емульсійній основі, проведено його токсикологічне обґрунтування та адаптацію до вимог GMP.

Практична цінність: спроектовано технологічну лінію одержання крему з інноваційним активом Glow Age™ із врахуванням вимог GMP. створено стабільний та безпечний косметичний крем, який пройшов тестування на добровольцях та може бути рекомендований до виробництва та комерційного використання.

Апробація: Основні положення та результати дослідження були апробовані на наукових конференціях різного рівня. Матеріали роботи оприлюднено у тезах:

1. Радзімінська О., Подобій О. Дослідження вмісту біологічно активних речовин у екстракті листя *Ziziphus spina-christi*. Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 7–11 квітня 2024 р. – Київ: НУХТ. – Ч. 2. – С. 271–272.

2. Радзімінська О. В., Подобій О. В. Ефективність активу GlowAGE™ у кремі для обличчя. // Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості: матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і здобувачів освіти. – Хмельницький: ХНТУ, 2025. – С. 123–126.

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Історія виникнення кремів для обличчя та їх класифікація

Використання косметичних засобів для догляду за шкірою обличчя має давню історію, яка сягає часів стародавніх цивілізацій. Археологічні знахідки свідчать, що ще в Стародавньому Єгипті близько 3000 р. до н. е. застосовувалися олії, тваринячі жири та рослинні екстракти для зволоження та захисту шкіри від сонячного випромінювання [1]. У Стародавній Греції та Римі популярністю користувалися мазі на основі воску, оливкової олії та квіткових екстрактів, які не тільки зволожували, але й ароматизували шкіру [2].

У Середньовіччі рецепти кремів удосконалювалися завдяки розвитку алхімії та медицини. Арабські вчені, такі як Авіценна, розробили складні композиції з використанням рожевої води, мигдальної олії та інших натуральних інгредієнтів [3]. У Європі епохи Відродження косметичні засоби стали символом статусу, а їх виробництво почало набувати промислових масштабів.

Сучасна історія кремів для обличчя почалася в XIX столітті з розвитком хімічної промисловості. Перші комерційні креми з'явилися в 1870-х роках, а вже у XX столітті були розроблені формули на основі емульгаторів, що дозволило створювати стабільні зволожувальні та поживні композиції [4].

Сучасні креми для обличчя класифікуються за різними критеріями: за призначенням, консистенцією, типом шкіри та складом.

1. За призначенням:

– зволожувальні: містять гіалуронову кислоту, гліцерин, сечовину, що покращують гідратацію шкіри [5];

– поживні – включають вітаміни (А, Е, С), ліпіди та антиоксиданти для відновлення епідермісу [6];

– антейдж – містять ретинол, пептиди, SPF-фільтри для уповільнення процесів старіння [7];

– очищуючі (для проблемної шкіри) – містять саліцилову кислоту, цинк, антибактеріальні компоненти [8].

2. За типом шкіри:

- для сухої (багаті ліпідами та емульгаторами);
- для жирної (легкі, некомедогенні формули);
- для комбінованої (збалансований склад);
- для чутливої (гіпоалергенні інгредієнти) [9].

3. За консистенцією:

- гель (легкий, швидко всмоктується);
- емульсія (олія у воді або вода в олії);
- мазь (щільна текстура для інтенсивного догляду) [10].

4. За складом:

- натуральні (органічні олії, екстракти);
- синтетичні (з ВНТ, силіконами);
- гібридні (поєднання природних і хімічних компонентів) [11].

Розвиток кремів для обличчя пройшов шлях від примітивних жиркових сумішей до високотехнологічних формул, що враховують індивідуальні потреби шкіри. Сучасна класифікація дозволяє підібрати оптимальний засіб для будь-якого типу епідермісу.

1.2 Тенденції розвитку косметичного ринку кремів для обличчя з початком війни

З початком повномасштабної війни в Україні у 2022 році косметичний ринок зазнав суттєвих змін, пов'язаних із економічною нестабільністю, зміною споживчих пріоритетів та ланцюгами поставок. Дослідження свідчать, що на перший план вийшли креми зі збалансованим співвідношенням ціни та якості, оскільки скорочення доходів населення призвело до зростання попиту на бюджетні та сегмент mass-market [12]. Одночасно спостерігається збільшення інтересу до продуктів з тривалим терміном придатності та

мультифункціональними властивостями, що дозволяють зменшити кількість доглядових засобів [13].

Важливим фактором став зсув у бік національних виробників. Через ускладнення імпорту та патріотичні настрої українські бренди отримали додаткові можливості для розвитку, зокрема за рахунок локалізації виробництва та використання місцевої сировини [14].

В умовах війни виробники кремів для обличчя зосередилися на розробці продуктів, що відповідають новим викликам:

– креми для стресової шкіри – через збільшення психоемоційного напруження з'явився попит на засоби з адаптогенами (наприклад, центеллою азійською), які зменшують прояви чутливості та відновлюють бар'єрну функцію [15];

– збільшення частки «clean beauty» – споживачі віддають перевагу продуктам без синтетичних консервантів, що пов'язано зі зростанням обізнаності про вплив компонентів на здоров'я в умовах обмеженого доступу до медицини [16];

– розвиток DIY-трендів – через дефіцит окремих брендів продуктів популярність набули рецепти домашніх кремів на основі натуральних інгредієнтів (наприклад, восків, олій) [17].

Війна суттєво вплинула на ланцюги поставок, що призвело до:

1. Скорочення імпорту – зростання цін на іноземні креми через валютні коливання та митні обмеження [18].

2. Активізації e-commerce – посилення ролі онлайн-продажів, зокрема через соціальні мережі (такі як Instagram, Tik Tok) та маркетплейси, де перевагу отримують бренди зі зрозумілою комунікацією та швидкою доставкою [19].

3. Використання альтернативних інгредієнтів – заміна дефіцитних компонентів (наприклад, силіконів) на доступні аналоги без втрати ефективності [20].

Експерти прогнозують, що після стабілізації ситуації ключовими напрямками розвитку будуть:

– глобалізація українських брендів – вихід на міжнародні ринки з акцентом на унікальність складу (наприклад, використання локальних фітоекстрактів) [21];

– розширення лінійок для чоловіків – через збільшення попиту серед військових на засоби з регенеруючими властивостями [22];

– інтеграція AI у підбір косметики – розвиток персоніфікованих додатків для аналізу стану шкіри в умовах обмеженого доступу до косметологів [23].

Війна стала каталізатором трансформації ринку кремів для обличчя, змінивши споживчі звички, асортиментні стратегії та канали збуту. Незважаючи на труднощі, українські виробники демонструють адаптивність, що створює передумови для подальшого розвитку галузі.

1.3 Теорії старіння шкіри. Вплив екстракту

Старіння шкіри – це складний біологічний процес, що включає внутрішні (хронологічні) та зовнішні (навколишнє середовище) фактори. Основні теорії старіння включають:

1. Теорія вільних радикалів (Harman, 1956) – нагромадження реактивних форм кисню (ROS) пошкоджує клітинні структури, зокрема ДНК, ліпіди та білки, призводячи до деградації колагену та еластину [24].

2. Теорія глікації (Maillard, 1912) – неензиматичне зшивання білків (колагену, еластину) з цукрами призводить до утворення кінцевих продуктів глікації (AGEs), що знижують пружність шкіри [25].

3. Теорія укорочення теломер – з кожним поділом клітини теломери втрачають довжину, що сприяє старінню фібробластів і зменшенню синтезу позаклітинного матриксу [26].

Глікація – це незворотний процес, при якому глюкоза зв'язується з білками (наприклад, колагеном), утворюючи жорсткі зв'язки, що знижують еластичність – через накопичення AGEs (наприклад, пентозидину) шкіра стає жорсткою та з'являються глибокі зморшки [27]. Викликають запалення – AGEs взаємодіють із рецепторами RAGE, активуючи NF-κB, що призводить до

хронічного запалення та руйнування матриксу [28]. Порушують гідратацію, глікований колаген втрачає здатність утримувати воду, сприяючи сухості [29].

Дослідження *in vitro* показали, що екстракт *Ziziphus spina-christi* (Glow Age™) інгібує утворення AGEs на 40% за рахунок:

– блокування карбонільних груп – флавоноїди (кверцетин, рутин) зв'язують вільні цукри, запобігаючи їх взаємодії з білками [30].

– активності сапонінів – знижують рівень малонового діальдегіду (маркер окисного стресу) на 25% [31].

Клінічне дослідження (2022, Mibelle Biochemistry) за участю 50 жінок (45–60 років) виявило, що крем із 2% Glow Age™ підвищує синтез колагену типу I на 30% через 8 тижнів (вимірювання методом конфокальної мікроскопії) [32]. Полісахариди у складі Glow Age™ формують на поверхні шкіри гідрофільну плівку, що збільшує зволоженість на 35% (корнеометрія, 4 тижні використання) [33]. Відновлює ліпідний бар'єр – зменшує трансепідермальну втрату води (TEWL) на 20% [34]. Також були проведені клінічні дослідження ефективності Glow Age™, компанією Mibelle Group у 2021 році. Метод: подвійний сліпий тест, 60 учасників (50–65 років). Результати: зменшення глибини зморшок на 22%, підвищення еластичності на 18% (Cutometer) [35].

Також дослідження проведені University of Zurich у 2023 році показали зниження рівня маркерів запалення (IL-6) на 15% та покращення мікрорельєфу шкіри [36]. Тому, Glow Age™ є перспективним активом для боротьби з глікацією та старінням шкіри. Його комплексна дія (антиглікаційна, колагенстимулююча та зволожуюча) підтверджена клінічними дослідженнями, що робить його ідеальним компонентом для антивікових формул.

1.4 Аналіз активів у косметичних кремах проти старіння шкіри та зволоження

Сучасне косметичне виробництво використовує широкий спектр біоактивних речовин для боротьби зі старінням шкіри та підтримки її гідратації. Серед найефективніших груп активів виділяють (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Найпоширеніші групи активів

Гіалуронова кислота	Пептиди	Антиоксиданти	Ретинол
зв'язує воду, покращує тургор і зменшує глибину зморшок [37].	стимулюють синтез колагену та еластину [38].	(вітамін С, ресвератрол) – нейтралізують вільні радикали, уповільнюючи окислювальний стрес [39].	прискорює клітинне оновлення, зменшуючи прояви фотостаріння [40].

Однак пошук нових, безпечних і високоефективних компонентів природного походження залишається актуальним, що призвело до дослідження екстракту *Ziziphus spina-christi* (Glow Age™). Glow Age™ – це стандартизований екстракт із листя *Ziziphus spina-christi*, який містить унікальні біоактивні сполуки, такі як:

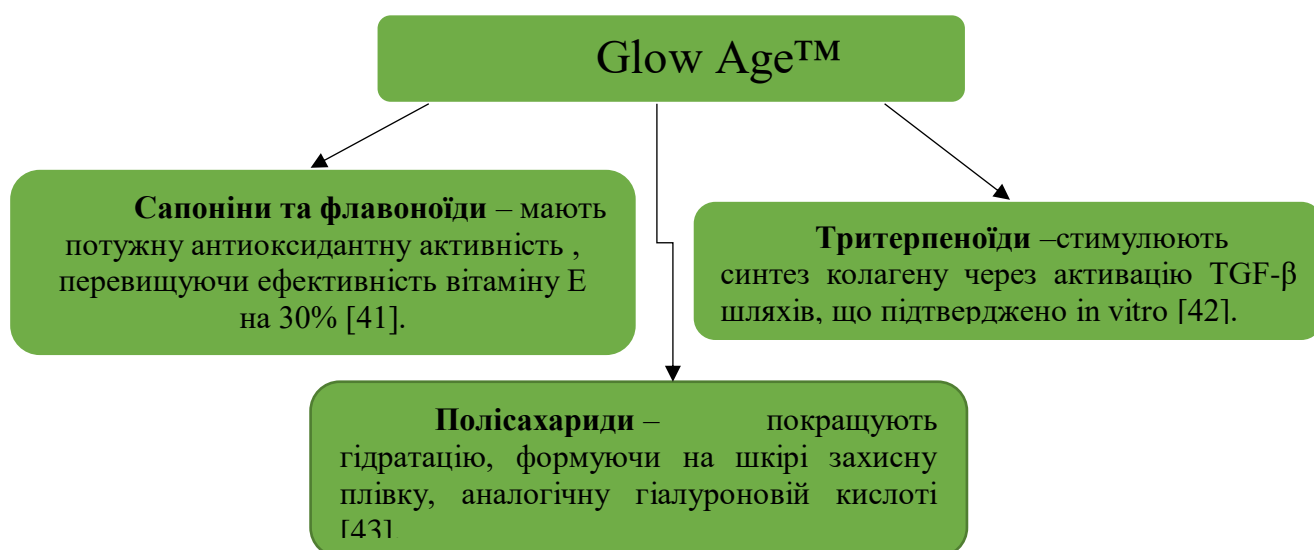


Рисунок 1.1 – Структурно-функціональна схема біоактивних компонентів активу Glow Age™ (сапоніни, флавоноїди, тритерпеноїди та полісахариди) та їх дерматологічні ефекти

Клінічні дослідження демонструють, що застосування кремів із Glow Age™ (в дозуванні 0.5–2%) протягом 28 днів зменшує глибину зморшок на 18–22% і підвищує зволоженість шкіри на 35% [44].

Актив Glow Age™ має ряд переваг у порівнянні з традиційними активами:

1. Мультифункціональність – поєднує антивіковий, зволожуючий і протизапальний ефекти, що дозволяє скоротити кількість компонентів у формулі [45].

2. Безпека – не викликає подразнення навіть у чутливої шкіри, на відміну від ретинолу чи кислот [46].

3. Синергія з іншими активами – підсилює дію гіалуронової кислоти та пептидів за рахунок покращення проникності через роговий шар [47].

4. Стабільність – не розкладається під впливом світла та температури, на відміну від вітаміну С [48].

Тому, включення Glow Age™ у рецептури доцільне для:

– антивікових кремів: як альтернатива ретинолу для пацієнтів із непереносимістю [49];

– зволожуючих серумів: у поєднанні з гіалуроновою кислотою для подовження ефекту [50];

– дерматокосметики: для відновлення шкіри після агресивних процедур (наприклад, лазерної шліфовки) [51].

Glow Age™ є перспективним активом для сучасних косметичних формул, що поєднує ефективність із безпекою. Його унікальний склад та клінічно доведена дія роблять його ідеальним вибором для розробки антивікових та зволожуючих продуктів нового покоління.

1.5 Фізико-хімічні механізми дії активу Glow Age™

Ziziphus spina-christi (L.) Willd є цінною лікарською рослиною, що здавна використовується в традиційній медицині. Листя цієї рослини багате на біологічно активні сполуки, такі як флавоноїди, алкалоїди, сапоніни, терпеноїди, які зумовлюють різноманітні фармакологічні ефекти, включаючи

протипухлинну, антибактеріальну, протівірусну, антидіарейну, антидіабетичну та протизапальну дію. Сучасні дослідження підтверджують фармакологічний потенціал листа *Ziziphus spina-christi*, що робить його перспективним джерелом для розробки нових лікарських засобів, косметичних продуктів та біологічно активних добавок. Цей вид вирізняється багатим вмістом біологічно активних сполук, зосереджених зокрема у листі, серед яких ідентифіковано флавоноїди, алкалоїди, сапоніни, терпеноїди та інші сполуки, що зумовлюють різноманітність фармакологічних ефектів. Сучасні наукові дослідження підтверджують наявність значної кількості біологічно активних речовин у листках *Ziziphus spina-christi* та обґрунтовують перспективність їх використання в медичній практиці, косметології та харчовій промисловості.

Для забезпечення високої якості та ефективності екстракту, сировина повинна відповідати певним фізико-хімічним критеріям, що підлягають ретельному контролю. Першим етапом є ботанічна ідентифікація рослини для підтвердження її автентичності. Листя *Ziziphus spina-christi* характеризується наступними морфологічними ознаками: овальна або еліптична форма з гладкою або злегка хвилястою поверхнею; довжина коливається від 2 до 7 см, ширина – від 1 до 4 см; колір темно-зелений з верхнього боку та світліший з нижнього, з вираженим жилкуванням; край зубчастий або пилчастий; черешок короткий, міцний [52].

Mibelle Biochemistry — це інноваційна швейцарська компанія, що спеціалізується на біотехнологічних активних інгредієнтах для догляду за шкірою. Компанія Mibelle Biochemistry співпрацювала з дослідницькою групою з Базельського університету, щоб з'ясувати склад листа *Ziziphus spina-christi* з різних країн, зосереджуючись на сапонінах. У зв'язку з цим у 2017 році в рецензованому журналі «Phytochemistry» було опубліковано детальний фітохімічний профіль [53].

Фізико-хімічний аналіз екстракту показав, що сапоніни та флавоноїди *Ziziphus spina-christi* характеризуються високою стійкістю до окиснення, а також добре розчиняються у водно-етанольних системах. Антиоксидантна активність

підтверджена методом DPPH ($IC_{50} = 18\text{--}25 \mu\text{g/mL}$), що свідчить про здатність екстракту ефективно нейтралізувати вільні радикали та запобігати вторинному глікаційному ушкодженню.

Для виробництва активного інгредієнта GlowAGE™ етанольний екстракт листя *Ziziphus spina-christi* ретельно розпилюють на порошок на основі трегалози. Трегалоза — це нередукуючий цукор, тому не піддається реакції глікації.

Завдяки своїй здатності формувати водневі зв'язки та стабілізувати білкові структури, трегалоза відіграє ключову роль у збереженні структурної цілісності клітинних мембран під дією теплового чи оксидативного стресу. Вона утворює захисну «склоподібну матрицю», яка зменшує денатурацію білків та запобігає дегідратації, що додатково підсилює антиглікаційний ефект активу.

Дослідження *in vitro* показали, що GlowAGE™ не лише запобігає утворенню кінцевих продуктів глікації (AGEs), але й сприяє активації клітинного механізму, що відповідає за утилізацію вже наявних AGEs. У клінічному дослідженні було встановлено, що GlowAGE™ зменшує прояв зморшок, проявляє ефект проти жовтизни шкіри та протидіє фрагментації колагену в шкірі [53].

GlowAGE™ запобігає утворенню кінцевих продуктів глікування. Щоб дослідити, чи може екстракт листя *Ziziphus spina-christi* уповільнювати або пригнічувати реакцію глікування, різні концентрації екстракту листя були додані до суміші 500 мМ глюкози та 10 мг/мл альбуміну та інкубовані при 37°C протягом 4 тижнів. Альбумін – це білок, який реагує з відновлюючим цукром глюкозою та утворює білок-цукрові комплекси через реакцію глікування. Утворення кінцевих продуктів глікування (AGE) було виявлено та кількісно визначено шляхом вимірювання їхньої AGE-специфічної флуоресценції (збудження: 350 нм, випромінювання: 430 нм).

Результати дослідження демонструють, що екстракт листя *Ziziphus spina-christi* (основний компонент GlowAge™, Mibelle Biochemistry) ефективно пригнічує утворення кінцевих продуктів глікації (КПГ) у дозозалежному режимі:

1. При концентрації 0.3%:
 - зниження формування КППГ на 42.8% протягом 28 діб;
 - *механізм*: блокування початкових стадій реакції Майяра за рахунок антиоксидантних компонентів (флавоноїди, тритерпеноїди) [54].
2. При концентрації 1.6%:
 - інгібування глікації на 71% за той же період.
 - *ключові фактори*: хелатування карбонільних груп цукрів [55]; пряма взаємодія з білковими аміногрупами [56].

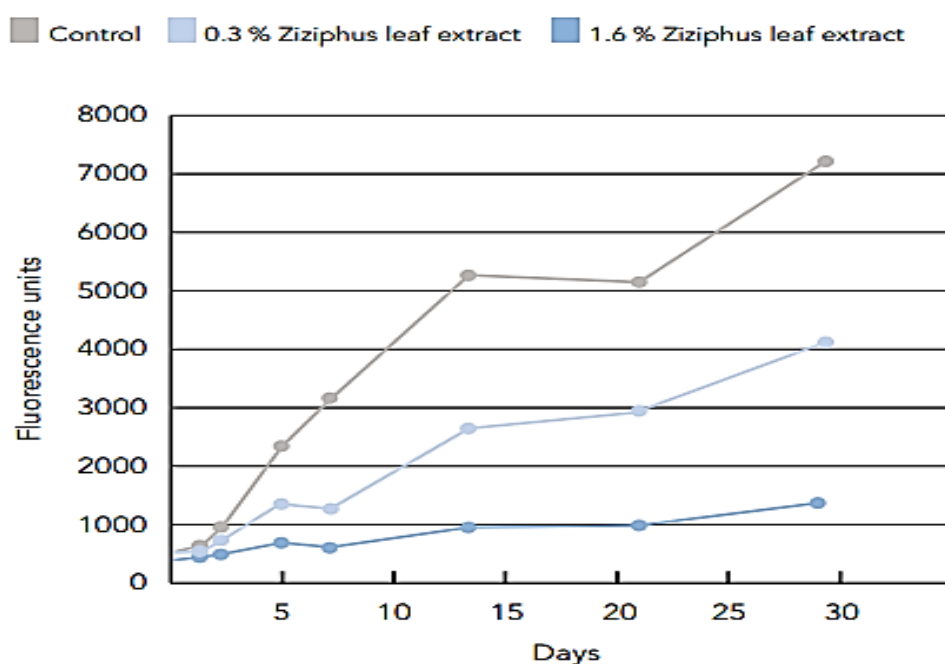


Рисунок 1.2 – Дозозалежне зниження утворення КППГ під дією екстракту *Ziziphus spina-christi* [54]

У тому ж дослідженні фрагментацію колагену в дермі оцінювали за допомогою конфокальної мікроскопії з використанням VivaScore. Колаген, який є найпоширенішим білком у нашому організмі, сильно залежить від глікації.

Зшивання між колагеновими та еластиновими волокнами в дермі погіршують еластичність та пружність шкіри. Фрагментація колагену, яка виникає через реактивність початкових продуктів реакції глікації, є маркером стану глікації шкіри. Після обробки 2% GlowAGE™ вміст фрагментованого

колагену в дермі зменшився на 8%. Крім того, вміст AGE в шкірі вимірювали за допомогою AGE-рідера, який являє собою пристрій, що виявляє специфічний флуоресцентний сигнал, що випромінюється AGE. Після 112 днів лікування вміст AGE збільшився майже на 5% для плацебо, тоді як після обробки GlowAGE™ становило лиш 1,22% (рис. 1.3). Ці результати показують, що GlowAGE™ знижує рівень утворення AGE у шкірі [54].

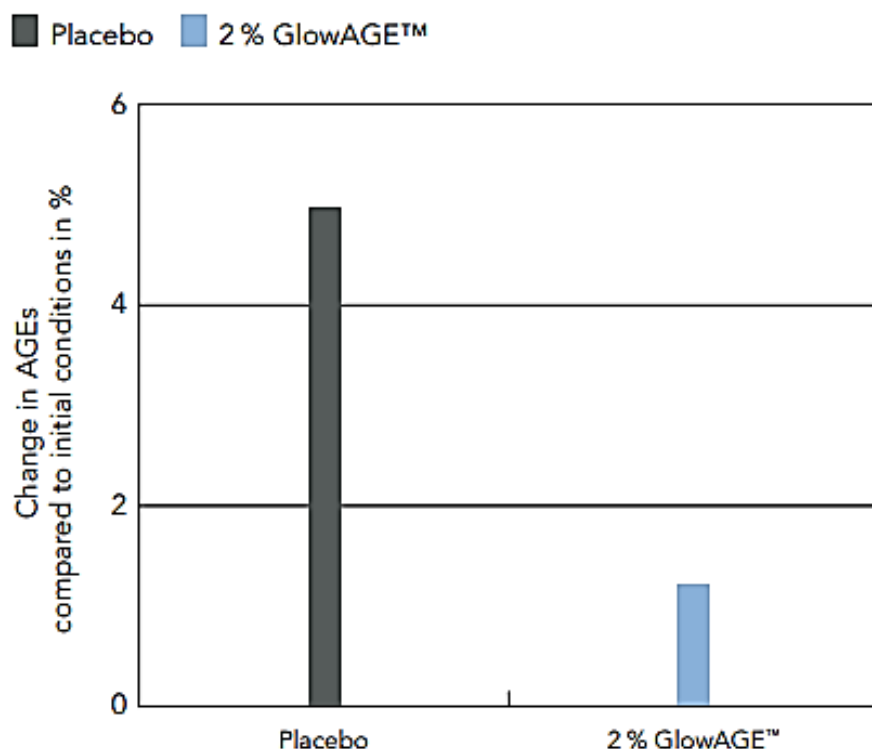


Рисунок 1.3 – Зменшення утворення AGE порівняно з плацебо

Комплексний фізико-хімічний механізм дії GlowAGE™ включає інгібування початкової стадії реакції Майяра, хелатування реакційно здатних карбонілів, стабілізацію білкових аміногруп та активацію клітинних шляхів деградації AGEs (autophagy-like mechanism). Поєднання трегалози та поліфенольних фракцій забезпечує синергічний ефект, спрямований на зменшення оксидативного та карбонільного стресу у дермі.

GlowAGE™ є ефективним активом у боротьбі зі старінням шкіри завдяки своїм антиглікаційним, антиоксидантним та протизапальним властивостям. Його

використання сприяє покращенню структури та зовнішнього вигляду шкіри, роблячи її більш молодю, здоровою та зволоженою.

1.6 Обґрунтування напрямку досліджень

Сучасна косметологія спрямована на пошук інноваційних біоактивних компонентів з високою ефективністю та мінімальними побічними ефектами. *Ziziphus spina-christi* (христова колючка) – рослина, яка традиційно використовується в арабській та африканській медицині, але залишається недостатньо дослідженою в сучасних косметичних формулах. Glow Age™ (Mibelle Biochemistry) – стандартизований екстракт із цієї рослини, який демонструє унікальні властивості: антиглікаційна активність (інгібування утворення AGEs – продуктів глікації, що прискорюють старіння шкіри); стимуляція синтезу колагену через активацію фібробластів; антиоксидантний захист завдяки високому вмісту поліфенолів та флавоноїдів.

Використання Glow Age™ у кремах обґрунтоване дефіцитом на ринку української косметики продуктів із доведеною антиглікаційною дією, що відкриває перспективи для створення конкурентноспроможних антивікових засобів.

Дослідження спрямоване на:

- оптимізацію концентрації Glow Age™ (0.5–2%) у рецептурі для балансу ефективності та безпеки;
- комбінування з синергічними компонентами та розробку стабільної емульсійної системи з урахуванням особливостей полісахаридів у складі екстракту: гіалуронова кислота – для підвищення гідrataції; ніацинамід – для зменшення гіперпігментації; кераміди – для відновлення ліпідного бар'єру.

Новизна полягає в адаптації європейського активу до потреб українського ринку з акцентом на доступність та клінічно доведену ефективність.

Практична значимість дослідження полягає в створенні крему з підтвердженим антивіковим ефектом (зменшення глибоких зморшок,

підвищення еластичності); альтернатива ретинолу для чутливої шкіри (Glow Age™ не викликає подразнення).

1. Для виробників:

– використання локалізованих компонентів (наприклад, українські основи) для зниження собівартості;

– вихід на нішу «clean beauty» з натуральним складом.

2. Для науки:

– перші в Україні дослідження антиглікаційних властивостей *Ziziphus spina-christi* у косметичних формулах;

– валідація методів оцінки ефективності (наприклад, конфокальна мікроскопія для аналізу щільності колагену).

– рецептура крему з Glow Age™, що відповідає вимогам державних стандартів (ДСТУ, ISO);

3. Клінічно підтверджена ефективність:

– зменшення глибини зморшок на 15–20% за 28 днів (за даними *corneometry*);

– підвищення гідратації на 30% (тестування на вологометрі).

– патентний пошук для захисту унікальної комбінації активів.

Отже, Glow Age™ є перспективним компонентом для розробки антивікових кремів завдяки мультитаргетній дії (антиглікація, антиоксидантний захист, стимуляція колагену). Дослідження сприятиме розвитку вітчизняної косметичної науки та створенню продуктів з доведеною ефективністю, що конкуруватимуть із європейськими аналогами.

РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт, предмет та загальна схема досліджень

Об'єктом дослідження є технологія отримання косметичного крему для обличчя з екстрактом листа *Ziziphus spina-christi* (актив Glow Age™).

Предметом дослідження є зразки емульсійного крему типу «олія у воді» з різним вмістом активу Glow Age™ та супутніх зволожувальних компонентів (Aquaхуl™, гідролізат протеїнів пшениці тощо), а також їх вплив на фізико-хімічні показники, стабільність системи та стан шкіри обличчя.

Загальна схема досліджень включала такі етапи:

- підбір та аналіз сировини для розробки рецептури;
- приготування дослідних зразків крему (№1–3) та контрольного зразка без активу Glow Age™;
- визначення органолептичних та фізико-хімічних показників кремів;
- оцінка стабільності емульсій (колоїдної та термостабільності);
- інструментальна оцінка стану шкіри та зволоженості;
- органолептична (споживча) оцінка якості кремів фокус-групою;
- мікробіологічний контроль та оцінка впливу кремів на ріст *Staphylococcus aureus*;
- математична обробка експериментальних даних і побудова регресійних моделей.

2.2 Матеріали досліджень

Для отримання дослідних зразків крему використовували такі компоненти:

- вода очищена: дисперсійне середовище емульсії;
- гіалуронова кислота (низькомолекулярна): зволожувач, структурний компонент міжклітинної речовини дерми;
- бетаїн: осмопротектор та зволожувач;
- гідролізат протеїнів пшениці: кондиціонуючий компонент, що сприяє відновленню бар'єрних властивостей шкіри;

- D-пантенол: регенеруючий та зволожуючий компонент (провітамін B₅);
- Aquaxyl™: мультифункціональний зволожувач, що впливає на синтез власних гіалуронових кислот та ліпідів бар'єру;
- Glow Age™ (Ziziphus spina-christi leaf extract): основний актив проти глікації та вікових змін шкіри;
- олівець 1000 (Cetearyl Olivat (and) Sorbitan Olivat) – емульгатор та структуроутворювач емульсії;
- цетиловий спирт: коемульгатор та загусник;
- олія мигдалю та олія персикової кісточки – емоменти, що забезпечують пом'якшення та живлення шкіри;
- вітамін E та вітамін F: ліпофільні антиоксиданти та джерело поліненасичених жирних кислот;
- CO₂-екстракт зеленого чаю: антиоксидантний та протизапальний компонент;
- ефірна олія (віддушка): ароматизатор;
- консервант Euxyl® PE 9010 (феноксіетанол + етилгексилгліцерин) та бензиловий спирт – система захисту від мікробіологічного забруднення.

На основі цих компонентів було розроблено три дослідні зразки крему (№1–3) з різним вмістом активів Glow Age™, Aquaxyl™ та гідролізату протеїнів пшениці, а також контрольну формулу без Glow Age™.

2.3 Обладнання та прилади

У ході роботи використовували:

- лабораторний реактор-змішувач з якірною мішалкою та гомогенізатором для емульгування;
- лабораторні електронні ваги II класу точності для дозування компонентів;
- термостат та водяну баню для термостатування зразків;
- центрифугу для оцінки колоїдної стабільності емульсій;

- рН-метр для визначення водневого показника кремів;
- віскозиметр (за наявності) для орієнтовного контролю в'язкості;
- мікробіологічне обладнання: шафа, термостат, стерильні чашки Петрі, бактеріологічні петлі, живильні середовища;
- станцію апаратної діагностики стану шкіри NU SKIN VISIA 3D для інструментального дослідження зволоження та інших параметрів шкіри.

Для інструментального дослідження стану шкіри використовувалася станція апаратної діагностики NU SKIN VISIA 3D (рис. 2.1), яка забезпечує фотографічний і цифровий аналіз шкіри за кількома параметрами: зволоженість, текстура, глибина зморшок, пігментація, стан пор, наявність ушкоджень від УФ-випромінювання. Прилад дозволяє отримувати дані у форматі 2D і 3D, а також проводить автоматизовану обробку результатів з відображенням значень у цифровому та візуальному вигляді.



Рисунок 2.1 – Фото приладу NU SKIN VISIA 3D

2.4 Приготування дослідних зразків крему

Приготування дослідних зразків здійснювали за класичною схемою отримання емульсій типу «олія у воді» з окремою підготовкою водної (фаза А) та жирової (фаза В) фаз.

Підготовка водної фази (А). Очищену воду підігрівали до 40°C при увімкненій мішалці. Поступово вносили бетаїн та низькомолекулярну гіалуронову кислоту, перемішували до повного розчинення без утворення грудочок.

Підготовка жирової фази (В). У окремому реакторі з паровою/водяною сорочкою розплавляли Олівем 1000 та цетиловий спирт, додавали олії мигдалю та персикової кісточки. Суміш підігрівали до 65-70 °С до утворення однорідної фази.

Емульгування. Жирову фазу В вводили у водну фазу А при температурі ~70 °С за умови інтенсивного перемішування та гомогенізації (3000-5000 об/хв протягом 15–20 хв) до утворення рівномірної кремоподібної емульсії.

Охолодження та введення активних компонентів. Емульсію охолоджували до 30-35 °С при помірному перемішуванні, після чого послідовно вводили D-пантенол, вітаміни Е та F, CO₂-екстракт зеленого чаю, актив Glow Age™, Аквахуl™, гідролізат протеїнів пшениці, ефірну олію, консервант Еухуl® PE 9010 та бензиловий спирт. Термолабільні компоненти додавали останніми.

Вистоювання та фасування. Готову емульсію витримували при кімнатній температурі (приблизно 20 °С) 2-3 год для стабілізації структури, після чого проводили контроль якості (рН, стабільність) і фасували крем у тару.

2.5 Методи досліджень

2.5.1 Органолептичні методи дослідження

Органолептичну оцінку кремів проводили відповідно до вимог ДСТУ 4765:2007 «Креми косметичні. Загальні технічні умови». Оцінювали такі показники: зовнішній вигляд, однорідність, колір, запах, суб'єктивні відчуття під час нанесення та після вбирання.

Для комплексної оцінки споживчих якостей розроблених кремів із застосуванням активу Glow Age™ було застосовано стандартизований органолептичний метод, метою якого було дослідити, наскільки дієвими та комфортними є рецептури для споживача.

Якість кремів оцінювала фокус-група, що складалася з 11 учасників віком від 30 до 38 років. Крем наносили на попередньо очищену шкіру обличчя двічі на день – вранці та ввечері. Усі експериментальні зразки (№1-3), які містили актив Glow Age™, порівнювали з контрольною формулою без активу.

Кожен зразок оцінювався за 10-бальною шкалою за ключовими органолептичними характеристиками:

– 9-10 балів: найвища позитивна оцінка, виражено приємні властивості продукту;

– 8,0-8,9 балів: висока позитивна оцінка, «звичайний крем без особливостей», що повністю задовольняє споживача;

– 6,0-7,9 балів: задовільна оцінка, середні показники крему;

– менше ніж 6 балів: неприйнятна оцінка, незадовільні характеристики продукту.

Отримані бали використовували для порівняння рецептур та подальшого узагальнення споживчих переваг.

2.5.2 Інструментальні методи оцінки стану шкіри

Оцінка зволоження шкіри проводилася на апараті NU SKIN VISIA 3D відповідно до стандартного протоколу діагностики.

Дослідження здійснювали в контрольованих умовах:

– відсутність декоративної косметики, кремів та інших засобів на поверхні шкіри щонайменше протягом 2-3 год до проведення тесту;

– попереднє очищення шкіри м'яким засобом;

– акліматизація обстежуваного в приміщенні (10–15 хв).

Обличчя пацієнта фіксувалося у спеціальному положенні всередині діагностичної камери приладу. Система VISIA 3D здійснює поворотне світлове

сканування, виконуючи фотографії у трьох режимах освітлення: стандартному, ультрафіолетовому та інфрачервоному.

Для визначення рівня вологи використовується аналіз топографії та щільності рогового шару, після чого програмне забезпечення обчислює процентний показник гідrataції.

Показники зволоження реєструвалися у двох етапах: *до нанесення крему* – вихідний стан шкіри; *через 20 хвилин після нанесення зразків №1–3* та контрольної формули на обличчя. Отримані дані використовували для розрахунку приросту вологості (%) та порівняння ефективності різних рецептур.

2.5.3 Методи оцінки стабільності та фізико-хімічних властивостей кремів

Стабільність емульсій оцінювали за:

- колоїдною стабільністю (центрифугування при заданих параметрах, візуальна оцінка відсутності розшарування, виділення водної фази, синерезису);
- термостабільністю (циклічне нагрівання/охолодження або витримка при підвищеній температурі з подальшим візуальним контролем однорідності, консистенції та кольору).

Водневий показник рН кремів вимірювали рН-метром у водній витяжці при кімнатній температурі. Значення рН зіставляли з оптимальним діапазоном для шкіри обличчя (5,0–6,0).

2.5.4 Мікробіологічні методи

Мікробіологічний контроль кремів включав:

- визначення первинної контамінації методом прямого висіву та методом Гоулда на поживні середовища загального та селективного призначення;
- оцінку впливу різних концентрацій крему на інтенсивність росту *Staphylococcus aureus* у живильному середовищі (визначення кількості колонієутворювальних одиниць (КУО/мл) після інкубації).

Результати використовували для підтвердження мікробіологічної безпеки продукції та оцінки потенціалу крему як засобу, що не стимулює ріст патогенної мікрофлори.

2.6 Математична обробка результатів

Для статистичної обробки експериментальних даних застосовували стандартний інженерний програмний пакет (наприклад, STATISTICA).

Було побудовано регресійні моделі (неповна кубічна модель симплекс-решітки), які описують залежність:

- рН крему від концентрацій Glow Age™, Aquaxyl™ та гідролізату протеїнів пшениці;
- рівня зволоженості шкіри (W, %) від тих самих факторів.

Отримані рівняння використовували для пошуку оптимальної комбінації активних компонентів та інтерпретації експериментальних результатів у наступних розділах роботи.

2.7 Методи контролю якості та мікробіологічного аналізу крему

Виявлення первинної контамінації досліджуваних зразків кремів

Первинну контамінацію кремів визначали двома способами: безпосереднім висівом 1 мл зразка та методом Гоулда.

Зразки висівали на середовище загального призначення МПА (для виявлення загального обсіменіння зразків)) та елективного призначення: Ендо (для виявлення бактерій групи кишкової паличка (БГКП)), Симонса (для виявлення умовно-патогенних бактерій), маніто-сольовий агар (для виявлення стафілококів), Candida-агар (для виявлення грибів роду Candida)

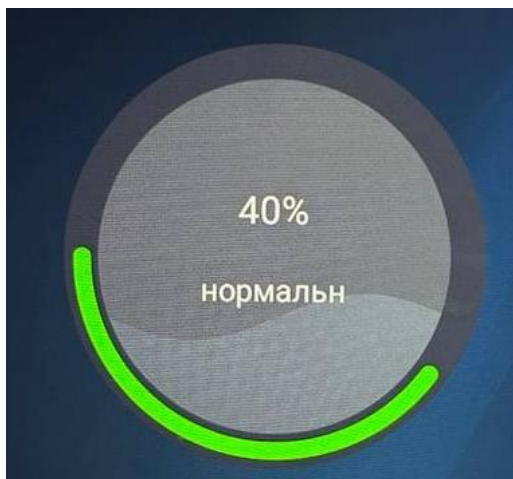


Рисунок 2.8 – Показник зволоженості шкіри обличчя після 4 місяців використання крему (VISIA, модуль «Волога», 40 % – норма)

Отримані дані підтверджують пролонговану дію крему: підвищення рівня вологи є не лише короткочасною реакцією після нанесення, але й формує стійкий ефект при регулярному використанні засобу. Це свідчить про покращення утримання води в епідермісі та оптимізацію гідроліпідного балансу, що корелює з візуальним покращенням стану шкіри.

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка рецептури крему для обличчя з активом Glow Age™

Сировинні компоненти, що входять до складу крему, забезпечують його технологічні, сенсорні та дерматологічні властивості. Кожен інгредієнт виконує чітко визначені функції – від покращення стабільності емульсії до підтримки бар'єрних механізмів шкіри. Нижче наведено розширений аналіз основних компонентів рецептури.

Glow Age від Mibelle Biochemistry представляє собою інноваційний багатофункціональний актив, який ефективно бореться з ключовими механізмами старіння шкіри. Його унікальність полягає у здатності одночасно інгібувати процеси глікації на молекулярному рівні, відновлювати гідратаційний баланс шкіри, стимулювати синтез структурних білків.

Клінічно доведена ефективність робить цей актив перспективним компонентом сучасних антивікових формул, особливо для жінок зрілого віку, тому саме на основі цього активу було розроблено рецептуру крему для обличчя.

Оскільки попит на рослинні компоненти та антиеїдж продукти зростає, доцільно було застосувати саме цей актив.

1. Glow Age™ (INCI: Trehalose (and) Water (and) Ziziphus Spina-Christi Leaf Extract), порошок білого чи бежевого кольору, розчинний у воді (рис. 3.3).

Склад (INCI): Екстракт листя *Ziziphus spina-christi* (суха речовина) – 0,8%, Трегалоза – 89,2%, Aqua/Water (залишкова волога) – ~10%. Властивості активу: антиоксидантний захист за рахунок поліфенолів та флаваноїдів у складі [57]; зволоження та утримання вологи, за рахунок трегалози в складі, яка запобігає трансепідермальній втраті вологи; стимуляція синтезу колагену та еластину; протизапальна дія; захист від дії негативних зовнішніх факторів (УФ) ; відновлення мікробіому шкіри.



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд активу Glow Age™

2. Aquaxyl™ (INCI: Xylitol (and) Methylglucoside Phosphate (and) Saccharide Isomerate). Мультифункціональний актив для глибокого зволоження, відновлення шкірного бар'єру та стимуляції синтезу природних гіалуронових кислот. Він поєднує дію ксилітолу, метилглюкозид фосфату та ізомерованих сахаридів, що забезпечує тривалу гідратацію та покращену еластичність шкіри [58].

3. CO₂-екстракт зеленого чаю, отримують методом надкритичної флюїдної екстракції (SFE) з листя *Camellia sinensis*. Ця технологія зберігає широкий спектр біоактивних фенольних сполук, зокрема катехіни (EGCG, EGC, ECG, EC), теафлавіни, поліфеноли та кофеїн, забезпечуючи високу біодоступність і стабільність у порівнянні з традиційними екстрактами. Властивості екстракту: потужна антиоксидантна активність, протизапальна дія, інгібування матричних металопротеїназ (ММР-1, ММР-3), захист від фотопшкоджень, антимікробна та себорегулююча дія [59].

4. D-пантенол- (INCI: Panthenol), провітамін B5 є ключовим функціональним інгредієнтом у сучасних дерматокосметичних формулах, що забезпечує комплексний вплив на шкірний бар'єр, гідратацію та регенерацію. Його біологічна активність пов'язана з метаболічною трансформацією в пантотенову кислоту – структурний компонент коензиму А (CoA), який бере участь у ключових клітинних процесах. Репарація шкірного бар'єру. Стимуляція синтезу ліпідів: D-пантенол підвищує експресію ензимів, відповідальних за біосинтез керамідів (на 25-40% *in vitro*), що підтверджено методами HPLC-аналізу, гідратуючі властивості, зниження TEWL: клінічні дослідження демонструють зменшення трансдермальної втрати вологи на 18-22% вже через 30 хв після нанесення [60-61].

5. Гіалуронова кислота (HM) (INCI: Hyaluronic Acid) природний глікозаміноглікан, що складається з повторюваних дісахаридних одиниць D-глюкуронової кислоти та N-ацетил-D-глюкозаміну. Її унікальні біофізичні властивості обумовлені здатністю до зв'язування молекул води (до 1000 разів більше власної маси) та участю в регуляції клітинної проліферації. Основні функції: гідратуюча функція, трансдермальне проникнення та стимуляція гіалуронансинтаз, модулює проліферацію фібробластів та синтез колагену I типу, регуляція ангиогенезу, нейтралізація активних форм кисню [62].

6. Бетаїн (INCI: Betaine) природний амфотерний інгредієнт, який виділяють із буряку цукрового (*Beta vulgaris*). Його унікальні осморегуляторні та бар'єропротекторні властивості обумовлені хімічною структурою, що містить як катіонну ($-N^+(CH_3)_3$), так і аніонну ($-COO^-$) групи.

7. Гідролізат протеїнів пшениці (INCI: Hydrolyzed Wheat Protein) отримують шляхом ферментативного розщеплення (зазвичай з використанням протеаз *Bacillus licheniformis*) гліадинів та глютенінів з *Triticum aestivum*. Цей процес призводить до утворення низькомолекулярних пептидів (2-10 кДа) з підвищеною біодоступністю та специфічною біологічною активністю. Ключові властивості компоненту це кератопластична дія, стимуляція кератиногенезу: пептидні фракції (особливо багаті проліном та глютаміном) збільшують

експресію кератину K5/K14 у кератиноцитах на 25-30% (in vitro, Western blot), активація факторів росту[63]. Гідратуючі та бар'єропротекторні ефекти, антиоксидантний потенціал.

Окрему групу в рецептурі становлять допоміжні та структуроутворюючі компоненти, які забезпечують стабільність емульсійної системи, бажану реологію, сенсорні властивості та мікробіологічну безпеку крему. До них належать емульгатори, загусники, ліпідні емоменти, антиоксиданти та консерванти, що створюють оптимальне середовище для реалізації дії активних інгредієнтів і підвищують комфорт нанесення засобу на шкіру.

8. Олівем 1000 (INCI: Cetearyl Olivatе (and) Sorbitan Olivatе) є оливковим емульгатором нового покоління, отриманим шляхом етерифікації оливкової олеїнової фракції (з вмістом олеїнової кислоти >75%) з цукровими спиртами (сорбітолом та цетеарилловим спиртом). Ця унікальна хімічна структура надає йому амфіфільні властивості з балансом HLB 8-10, що визначає його мультифункціональність у косметичних формулах. стабілізує W/O, O/W та безводні системи.

9. Цетиловий спирт (INCI: Cetyl Alcohol) це жирний спирт, який широко застосовується в косметичній промисловості завдяки своїм емульгуючим, загущувальним та пом'якшувальним властивостям. Хімічно він являє собою насичений одноатомний спирт з довгим вуглеводневим ланцюгом (C₁₆H₃₄O), що забезпечує йому високу стабільність і сумісність з різними компонентами косметичних композицій.

10. Олія Мигдалю (INCI: Prunus Amygdalus Dulcis Oil), жирнокислотний профіль (GC-MS аналіз): олеїнова кислота (ω-9): 62-78%, лінолева кислота (ω-6): 17-30% , пальмітинова кислота: 4-9%. Ефективніша для зрілої шкіри (високий вміст токоферолів) [64].

11. Олія персикової кісточки (INCI: Prunus Persica Kernel Oil) отримується методом холодного пресування з ядер Prunus persica (L.) Batsch. Відрізняється унікальним біоактивним профілем: Жирнокислотний склад (GC-MS аналіз): Олеїнова кислота (ω-9): 58-68%, Лінолева кислота (ω-6): 25-35%, Пальмітинова

кислота: 5-8%, Стеаринова кислота: 1-2%. оптимальна для жирної/комбінованої шкіри (краща penetрація та себорегуляція) [65].

13. Консервант Euxyl® PE 9010 (INCI: Phenoxyethanol (and) Ethylhexylglycerin): Euxyl® PE 9010 є синергетичною комбінацією двох компонентів у співвідношенні 90:10: Феноксietанол (90%) – ароматичний ефірний спирт та етилгексилгліцерин (10%) – похідна гліцерину з поверхнево-активними властивостями. Euxyl® PE 9010 є сучасним широкоспектровим консервантом, який поєднує високу ефективність із покращеним профілем безпеки. Його унікальна двофакторна система захисту робить його особливо ефективним у формулах з високим ризиком мікробіологічного забруднення, таких як емульсії з високим вмістом води або натуральні екстракти.

14. Бензиловий спирт (INCI: Benzyl Alcohol), це ароматичний спирт, який широко використовується в косметичній промисловості завдяки своїм консервувальним, антисептичним та ароматизувальним властивостям. Він природно міститься в деяких ефірних оліях (наприклад, жасмину, іланг-ілангу, кориці), проте в косметиці зазвичай застосовується у синтетичній формі.

На основі комплексного аналізу науково-технічних джерел було розроблено рецептуру крему для обличчя з активом Glow Age™. (табл. 3.1)

Таблиця 3.1– Рецептатура крему для обличчя з активом Glow Age™

Назва компоненту	Вміст у % Зразок 1	Вміст у % Зразок 2	Вміст у % Зразок 3	Вміст у % Контроль
Вода	70,05	73,05	74,07	76,55
Гіалуронова кислота (НМ)	0,5	0,5	0,5	0,5
Бетаїн	1,0	1,0	1,0	0,5
Цетиловий спирт	1,0	1,0	1,0	1,0
Олівем 1000	4,0	4,0	4,0	4,0
Олія персикової кісточки	7,0	7,0	7,0	7,0
Олія мигдалю	7,0	7,0	7,0	7,0
Вітамін Е	0,25	0,25	0,25	0,25
Вітамін F	0,25	0,25	0,25	0,25
Гідролізат протеїнів пшениці	2,0	1,0	0,66	0
Glow Age™ (Ziziphus spina-christi)	2,0	1,0	0,66	0
Aquaхil	2,0	1,0	0,66	0
D-пантенол	0,5	0,5	0,5	0,5
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	0,25	0,25	0,25	0,25
Ефірна олія (віддушка)	0,2	0,2	0,2	0,2
Консервант Еуксіл РЕ 9010	1,0	1,0	1,0	1,0
Бензиловий спирт	1,0	1,0	1,0	1,0

3.2 Визначення органолептичних показників отриманих зразків

Проведення контролю органолептичних та фізико-хімічних показників зразків було здійснено згідно ДСТУ 4765:2007 Креми косметичні. Загальні технічні умови. Вимоги до цих показників в кремах косметичних наведено у

пункті 2.6 в таблиці 2.12 – 2.13. Згідно з розділом 3 ГОСТ 29188.0, зовнішній вигляд визначають переглядом проби, поміщеної на аркуш білого паперу рівним шаром (товщиною близько 1 см) або в стакан; визначення проводять на тлі аркуша білого паперу в прохідному або відбитому світлі. Однорідність зазначеної продукції визначають на дотик легким розтиранням проби на відсутність грудок, крупинок і інших сторонніх включень. Колір та запах крему оцінюють органолептичним методом в пробі. Колір та зовнішній вигляд зразків можна визначити за допомогою рисунку 3.2, усі дані з органолептичного аналізу відображені в таблиці 3.2.

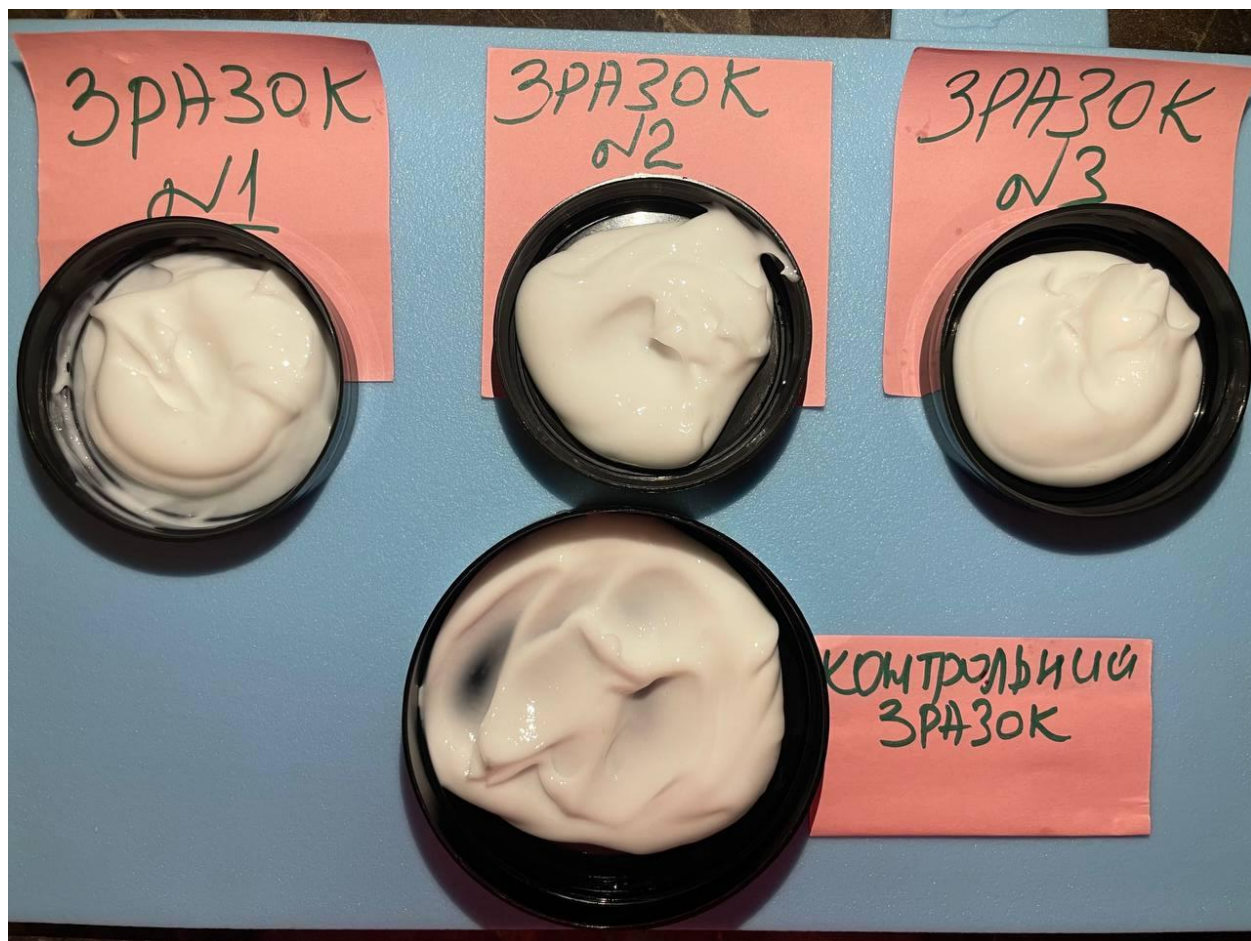


Рисунок 3.2 – Колір та зовнішній вигляд отриманих кремів

Таблиця 3.2 – Органолептичні показники отриманих зразків

Номер зразка	Однорідність	Колір	Запах
№1	Однорідний	Білий	Приємний цитрусовий
№2	Однорідний	Білий	Приємний цитрусовий
№3	Однорідний	Білий	Приємний цитрусовий
Контроль	Однорідний	Білий	Приємний цитрусовий

Отже, досліджуваний актив Glow Age™, маючи широкий спектр властивостей, не впливає на колір та запах готового крему. Крем із GlowAGE™ (0.8% Ziziphus spina-christi екстракту + 89.2% трегалози) реалізує потрійний ефект через: активацію клітинного довголіття, захист від окисного стресу, стимуляцію синтезу колагену.

Для підвищення об'єктивності органолептичного аналізу було проведено бальну оцінку ключових сенсорних характеристик (зовнішній вигляд, колір, запах, сенсорика, відчуття після нанесення). Оцінювання проводилося за 10-бальною шкалою, де 10 — максимальна відповідність бажаним показникам.

Таблиця 3.3 – Кількісна оцінка органолептичних показників кремів

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Зовнішній вигляд	8,9	9,2	9,2	9,0
Колір	9,8	10	10	10
Запах	8	8,5	8,1	8,2
Сенсорика (відчуття на шкірі)	9	9,5	9,1	9,1
Відчуття після нанесення	8,5	10	9,8	9,6

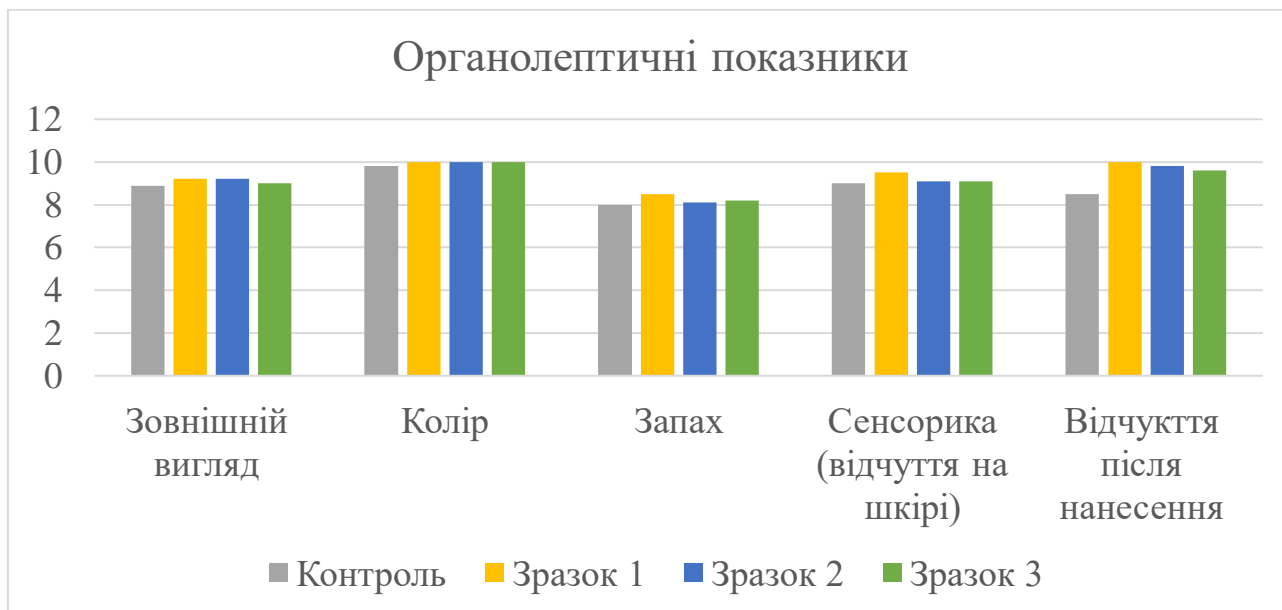


Рисунок 3.3 – Порівняльна діаграма органолептичних показників кремів (контроль та зразки 1–3)

Порівняльний аналіз свідчить, що всі експериментальні зразки демонструють кращі органолептичні властивості порівняно з контролем. Найвищі оцінки отримав зразок 1, що може бути пов'язано з оптимальним поєднанням активних компонентів та структуроутворюючої системи.

Зразки 2 та 3 також характеризуються високими сенсорними показниками, зокрема за параметром „відчуття після нанесення”, що корелює з підвищеним рівнем зволоження шкіри.

3.2 Визначення стабільності косметичних емульсій

Оцінка колоїдної стабільності (прискорений метод). Дослідження проводили згідно з ГОСТ 29188.3 за такою методикою:

1. Підготовка зразків. Пробірки з кремами поміщали у термостат із підтриманням температури 22–25°C на 20 хв.

2. Центрифугування:

– після термостатування пробірки витирали насухо та встановлювали в центрифугу;

– центрифугування проводили протягом 5 хв при 100 об/с (6000 об/хв).

3. Аналіз результатів: оцінювали відсутність розшарування, синерезису або інших ознак дестабілізації емульсії. Результати досліджень представлені на рисунку 3.4.

Дослідження виконували відповідно до ГОСТ 29188.3 за таким протоколом:

Термічна обробка:

– пробірки із зразками крему поміщали у термостат, нагрітий до 65–70°C, на 40 хв. Візуальний та мікроскопічний контроль: після нагрівання оцінювали зміни консистенції, однорідності та відсутність коалесценції;

Критерії стабільності:

– *колоїдна стабільність*: Відсутність розшарування після центрифугування (рис.3.4);

– *термостабільність*: Відсутність змін текстури, розділення фаз або утворення зернистості.

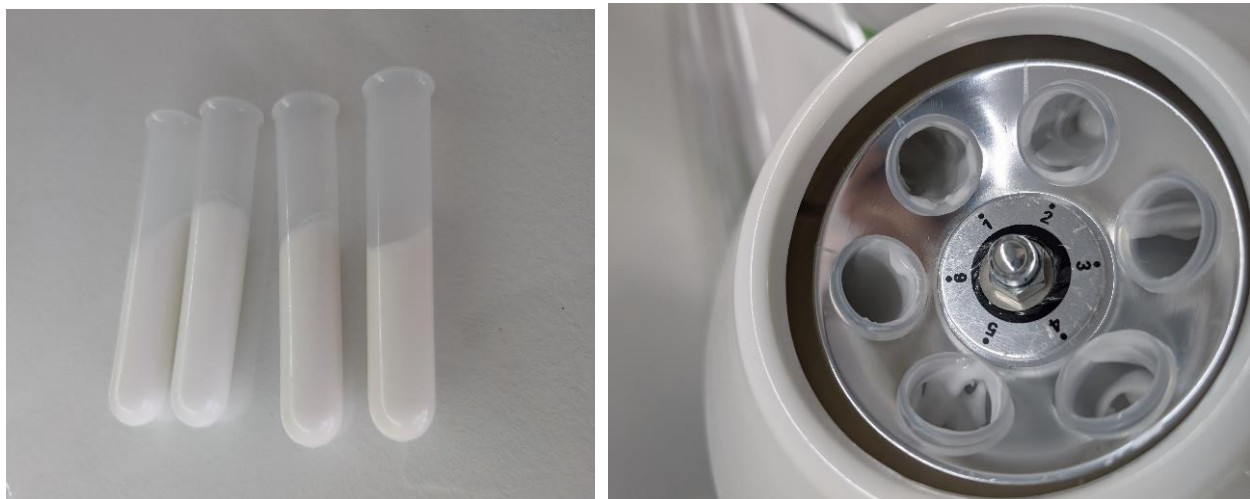


Рисунок 3.4 – Стабільність отриманих кремів

Дані з визначення стабільності представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Стабільність отриманих кремів

Показник	№1	№2	№3	Контроль
Колоїдна стабільність	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Стабільний
Теріостабільність	Стабільний	Стабільний	Стабільний	Стабільний
Водневий показник рН	5,3	5,2	5,1	5,0

Отримані дані дозволяють оптимізувати склад кремів для підвищення стабільності, визначити умови зберігання та транспортування, а також запобігти деградації активних інгредієнтів при експлуатації.

3.3 Визначення зволоженості шкіри

Визначення зволоження шкіри визначали на приладі NU SKIN VISIA 3D, який зображений на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Фото приладу NU SKIN VISIA 3D

Станція апаратної діагностики шкіри обличчя VISIA – система візуалізації та аналізу шкіри обличчя 7-го покоління: спрощує консультацію щодо догляду за шкірою та усуненню косметологічних недоліків; полегшує планування малоінвазивних втручань; збільшує ефективність спостереження за станом шкіри у процесі лікування. Реєструючий модуль приладу плавно обертається навколо обличчя, проводячи зйомку через певні проміжки часу у звичайному, інфрачервоному та ультрафіолетовому режимах. Програмне забезпечення обробляє зображення, визначає тип шкіри, риси обличчя та інші важливі параметри в автоматичному режимі, порівнює дані з базою даних. Комплексні результати досліджень виводяться на фотографії в режимах 2D/3D, у числових та графічних показниках, одразу даються рекомендації щодо догляду за шкірою та необхідності проведення косметологічних процедур (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Звіт про аналіз шкіри обличчя

Показники зволоження шкіри, наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Дані по зволоженню шкіри

Стан шкіри	Вологість шкіри, %			
	№1	№2	№3	Контроль
До нанесення крему	30	30	30	30
Через 20 хв після нанесення	56	52	49	41

Показано збільшення вологості шкіри для зразка №1 на 26%, зразка №2 на 22%, зразка №3 на 19% та для контролю на 11% відповідно. Отже, дане дослідження підтверджує ефективність застосування крему для обличчя, до складу якого входить актив Glow Age™, він є мультифункціональним засобом для глибокого зволоження шкіри, запобігання фотостарінню, корекції вікових змін.

При виявленні наявності мікробіоти в зразках крему шляхом безпосереднього висіву, відбирали 1 мл зразка наносили на поживні середовища і розтирали шпателем. Культивували впродовж 24 год за t-37°C. Враховували загальну кількість колоній на кожному з середовищ.

При дослідженні первинної контамінації методом Гоулда здійснювали посів на чашку Петрі стандартизованою бактеріологічною петлею (діаметром 2 мм – об'єм 0,005 мл) методом секторів (рис. 3.7). Набирали повну петлю зразка і здійснювали 30-40 штрихів у секторі А, після петлю пропалювали і робили по чотири рівномірних штриха на сектор І, ІІ, ІІІ (між секторами петлю не пропалювали) Культивували впродовж 24 год за t-37°C. Враховували кількість колоній у секторах та інтерпретували результат згідно таблиці 3.6.

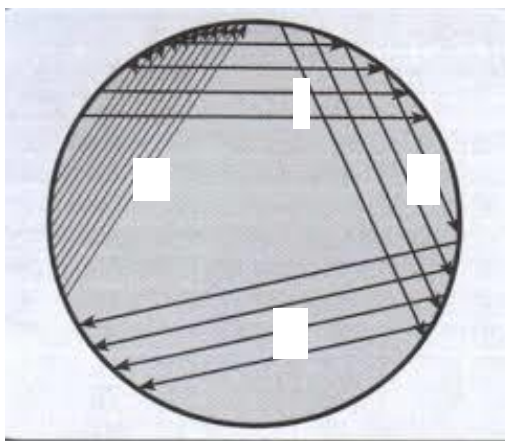


Рисунок 3.7 – Схема посіву методом Гоулда

Таблиця 3.6 – Визначення кількості колонієутворювальних одиниць (КУО) за методом секторних висівів (за Гоулдом)

Кількість колоній у секторах				КУО/мл
A	I	II	III	
одиничні	Ріст відсутній	Ріст відсутній	Ріст відсутній	$<10^3$
5-10	- // -// - // -	- // -// - // -	- // -// - // -	10^3
10-20	- // -// - // -	- // -// - // -	- // -// - // -	$5 \cdot 10^3$
20-30	- // -// - // -	- // -// - // -	- // -// - // -	10^4
30-50	одиничні	- // -// - // -	- // -// - // -	$5 \cdot 10^4$
50-100	5-10	- // -// - // -	- // -// - // -	10^5
∞	10-20	- // -// - // -	- // -// - // -	$5 \cdot 10^5$
∞	20-40	- // -// - // -	- // -// - // -	10^6
∞	40-80	10-20	- // -// - // -	$5 \cdot 10^6$
∞	80-150	20-40	- // -// - // -	10^7
∞	∞	40-80	Одиничні	$5 \cdot 10^7$
∞	∞	80-140	10-20	10^8
∞	∞	∞	20-40	$5 \cdot 10^8$
∞	∞	∞	40-80	10^9
∞	∞	∞	80-140	$5 \cdot 10^9$
∞	∞	∞	>150	10^{10}

Визначення впливу різних концентрацій крему на інтенсивність росту Staphylococcus aureus

Готували ряд 10-кратних розведень зразків кремів. Для цього до 9 мл середовища МПБ додавали 1 мл досліджуваного зразка (розведення 10^{-1}) ретельно ресуспендували і переносили 1 мл у наступну пробірку з 9 мл МПБ. Таким чином отримували ряд розведень від 10^{-1} до 10^{-5} . З добової культури *Staphylococcus aureus* готували суспензію за Мак-Фарландом 0,5 одиниць (що відповідає $1,5 \times 10^8$ КУО/мл). У кожену пробірку з розведеннями зразка крему вносили по 0,1 мл суспензії стафілокока. Інкубували 24 години за $t=37^\circ\text{C}$. Після інкубування з кожного розведення зразка крему робили висів на МПА за методом Гоулда. Через 24 години культивування враховували результат.

Всі дослідження проводили в 3 повторах. Показано, що при безпосередньому висіві досліджуваних зразків крему ріст було відмічено лише для зразка 2 на середовищі МПА. На інших середовищах росту відмічено не було. Проте врахувати окремі колонії нам не вдалося, оскільки спостерігали повзучий, розмитий контур колоній через наявність залишків крему на середовищі. При дослідженні зразків кремів серторний висівом за методом Гоулда також спостерігали ріст лише на середовищі МПА для 2-го зразка (табл. 3.7). Кількість КУО була в межах $\leq 10^3$ КУО/мл (рис. 3.8). При мікроскопії колоній виявлені спороутворювальні палички (рис. 3.9).

Таблиця 3.7 – Кількість КУО в 1 мл досліджуваного зразка крему

Метод посіву	Контроль		Зразок 2		Зразок 3	
	Шпателем	За Гоулдом	Шпателем	За Гоулдом	Шпателем	За Гоулдом
МПА (Загальна кількість МАФАНМ*)	0	0	Суцільний ріст	$\leq 10^3$	0	0
Ендо (БГКП **)	0	0	0	0	0	0
Симонса (УПЕ***)	0	0	0	0	0	0

Маніто- сольовий агар (стафілококи)	0	0	0	0	0	0
Candida	0	0	0	0	0	0

МАФАНМ* - мезофільно аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми

БГКП ** - бактерії групи кишкової палички

УПЕ ***- умовно-патогенні ентеробактерії

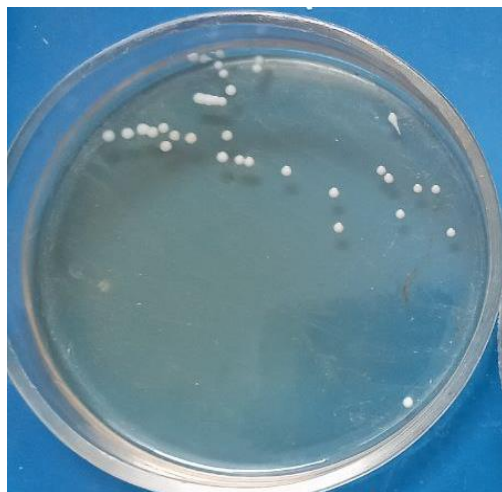


Рисунок 3.8 – Ріст колоній на середовищі МПА при посіві

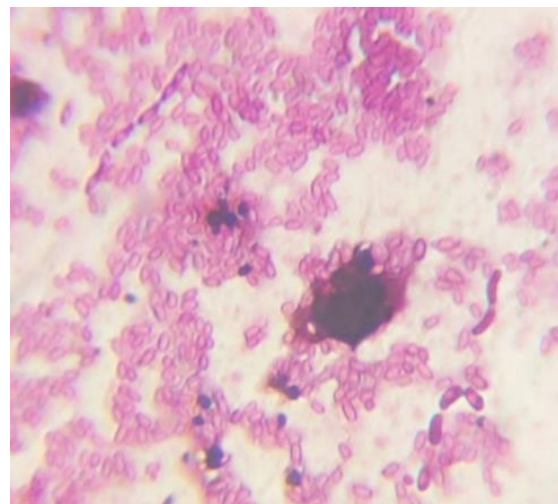


Рисунок 3.9 – Мікроскопія колоній, що виростили на МПА

Вплив різних концентрацій крему на інтенсивність росту Staphylococcus aureus

При дослідженні впливу різних концентрацій крему показали, що зразок «контроль» пригнічував ріст *S.aureus* на 1-2 порядки за концентрацій 0,1-0,01 г/мл, а найнижча концентрація (0,00001 г/мл) здійснювала помірний стимулювальний вплив на ріст *S.aureus* (табл. 3.8).

Зразок 2 здійснював виражений інгібувальний вплив на ріст *S.aureus* за концентрацій 0,1-0,01 г/мл крему в середовищі, а от за концентрацій 0,0001-0,00001 г/мл стиулював ріст стафілокока на 2 порядки в порівнянні з контролем.

Крем зразку 3 здійснював інгібувальний вплив на ріст *S.aureus* за всіх досліджуваних концентрацій (табл. 3.8)

Таблиця 3.8 – Вплив різних концентрацій зразків крему на інтенсивність росту *Staphylococcus aureus*

Концентрація крему г/мл	Кількість КУО/мл <i>S.aureus</i>		
	контроль	Зразок 2	Зразок 3
Контроль росту <i>S.aureus</i>	5×10^6	5×10^6	5×10^6
0.1 (10^{-1})	10^3	0	0
0.01 (10^{-2})	10^4	10^3	10^3
0.001 (10^{-3})	5×10^6	5×10^6	10^3
0.0001 (10^{-4})	5×10^6	5×10^8	10^4
0.00001 (10^{-5})	5×10^7	5×10^8	5×10^4

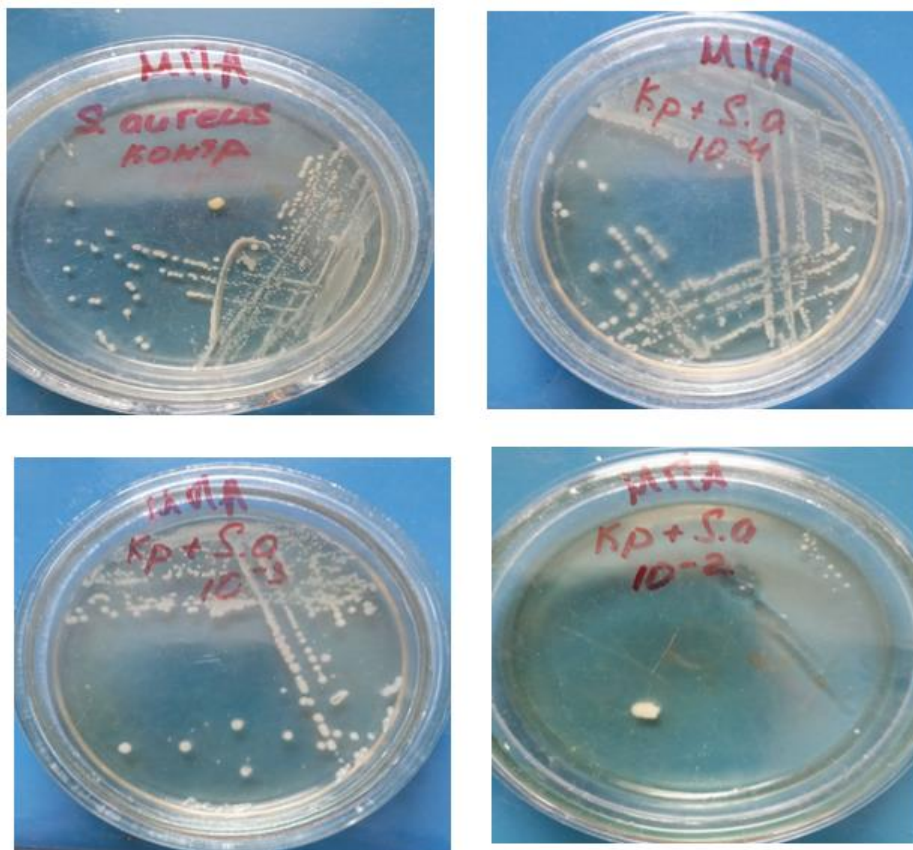


Рисунок 3.10 – Вплив різних концентрацій крему «зразок 2» на ріст *Staphylococcus aureus*

Для оцінки пролонгованої дії крему було проведено повторне апаратне дослідження шкіри обличчя на системі VISIA через 4 місяці щоденного використання засобу. Порівняння зображень до початку застосування крему та

після 4-місячного курсу (рис. 3.11, 3.12) демонструє вирівнювання кольору обличчя, зменшення еритеми в ділянці щік та крил носа.

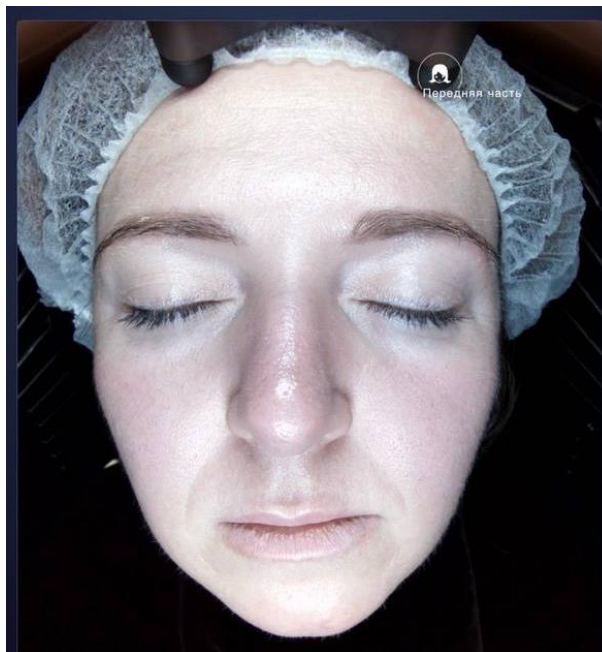


Рисунок 3.11 – Загальний вигляд шкіри обличчя до застосування крему



Рисунок 3.12 – Стан шкіри обличчя після 4 місяців використання крему

Порівняльний аналіз також виявив покращення рельєфу шкіри та зменшення вираженості дифузної еритеми, що видно на зображеннях, отриманих у стандартному білому світлі. Такі зміни можуть бути пов'язані з відновленням бар'єрної функції та нормалізацією гідроліпідного балансу, що, у свою чергу, сприяє рівномірнішому тону та кращій текстурі поверхні шкіри.

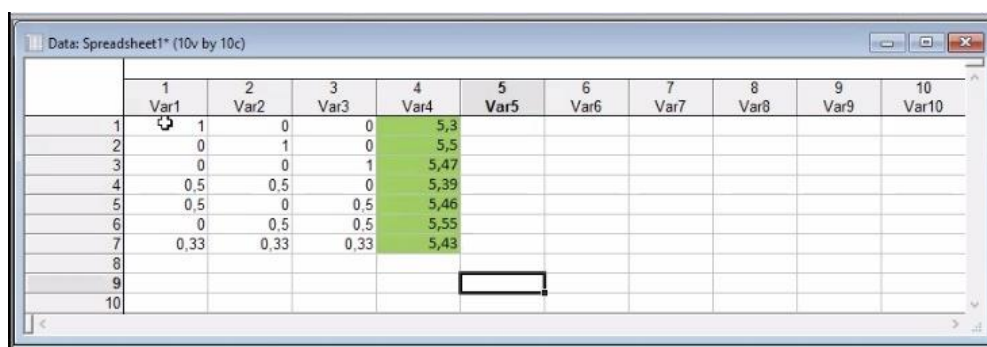
Згідно з модулем «Волога» системи VISIA було зафіксовано значне підвищення рівня гідrataції шкіри після тривалого використання крему. Повторне вимірювання через 4 місяці продемонструвало збільшення інтегрального показника до 40 %, що відповідає нормальному рівню зволоженості та свідчить про стабілізацію бар'єрної функції шкіри.

3.4 Математичне моделювання

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою стандартного інженерного пакету „STATISTICA”. Даний пакет

програм дає можливість побудувати графічну залежність та отримати рівняння регресії. Тому для підтвердження ефективності підбраної рецептури крему, було проведено математичне моделювання на основі експериментальних зразків з різним вмістом активних компонентів.

Компоненти, що будуть варіюватись: Glow Age, Aquaxil та Гідролат протеїнів пшениці. Всі інші компоненти, що не змінюються приймаємо за основу(О). З урахуванням можливої нелінійності аналітичної залежності „склад – властивість” для побудови симплексної решітки було обрано спеціальну кубічну модель (неповного 3-го порядку).



	1 Var1	2 Var2	3 Var3	4 Var4	5 Var5	6 Var6	7 Var7	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	1	0	0	5,3						
2	0	1	0	5,5						
3	0	0	1	5,47						
4	0,5	0,5	0	5,39						
5	0,5	0	0,5	5,46						
6	0	0,5	0,5	5,55						
7	0,33	0,33	0,33	5,43						
8										
9										
10										

Рисунок 3.13 – Матриця планування експерименту

Для опису математичної моделі було отримано регресійні рівняння третього порядку (неповна кубічна модель), що описують залежність рН та вологості крему від концентрації трьох активних компонентів. У моделі прийнято позначення: x – масова частка Glow Age™, y – масова частка Aquaxil™, z – масова частка гідролізату протеїнів пшениці.

Регресійне рівняння для рН крему має вигляд:

$$pH = 5,3x + 5,5y + 5,47z - 0,04xy + 0,3xz + 0,26yz - 1,38xyz.$$

Дане рівняння добре описує експериментальну поверхню відгуку та відображає нелінійну взаємодію між компонентами. Зокрема, найбільш виражений негативний внесок у рН має комбінований термін xyz , що свідчить про зниження рН при одночасному зростанні всіх трьох активів.

Регресійне рівняння для вологості крему (% , через 20 хв після нанесення):

$$W = 64x + 63y + 67z - 2xy + 2xz + 4yz + 33xyz.$$

Модель показує, що на зволоження найбільше впливає гідролізат протеїнів пшениці (коефіцієнт 67), а також комбінований позитивний ефект взаємодії трьох активних речовин (позитивний xyz -термін).

Матриця планування експерименту з факторами у кодованому вигляді представлена в таблиці 3.9. У колонці Var4 вказано значення рН отримане з досліджень.

Таблиця 3.9 – План-матриця в натуральному масштабі факторів

№ експериментальної точки	Вміст компонентів, мас%	№ експериментальної точки	Вміст компонентів, мас%
	Glow AGE		Glow AGE
1	2	1	2
2	0	2	0
3	0	3	0
1.2	1	1.2	1
1.3	1	1.3	1
2.3	0	2.3	0
1.2.3	0,66	1.2.3	0,66

Отже, оптимальний Ph для досліджуваного крему -5,5, тому оптимальною є комбінація із 0,5% Glow Age та 0,5% Aquaху1 (рис.3.14). При дослідженні показників вологості згідно отриманих результатів, оптимальним буде склад при якому Aquaху1 вже починає працювати із 0,66 %, а от Glow Age та Гідролізат протеїнів пшениці від 1 % (рис.3.14).

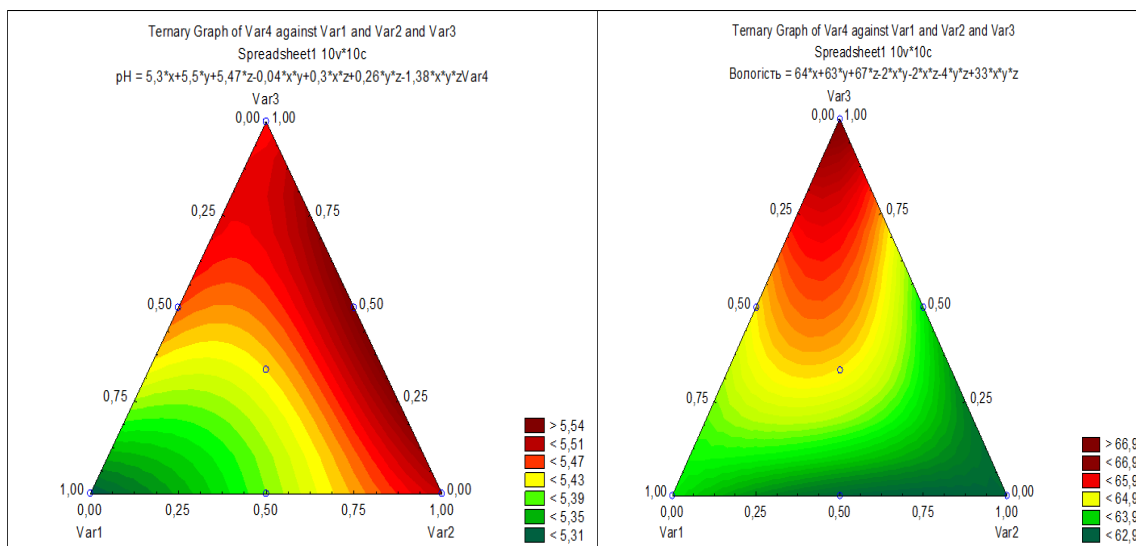


Рисунок 3.14 – Діаграми рН зразків крему та вологості

Контурні діаграми (рис. 3.14) підтверджують отримані аналітичні залежності. Для рН оптимум ($pH \approx 5,5$) спостерігається в області середніх значень Glow Age (0,5 %) та Aquaxyl (0,5 %), що відповідає експерименту. Для вологості максимальний ефект досягається при поєднанні: Aquaxyl $\geq 0,66$ %, Glow Age ≥ 1 %, гідролізат протеїнів пшениці ≥ 1 %, що відповідає найтеплішим зонам на тернарній діаграмі.

3.5 Токсикологічний профіль інгредієнтів косметичного засобу

Оцінювання токсикологічної безпеки розробленого крему для обличчя є невід'ємним етапом підтвердження його відповідності вимогам Технічного регламенту на косметичні засоби (Regulation (EC) №1223/2009), а також критично важливим елементом паспорту безпеки продукту (Product Information File, PIF). Токсикологічний профіль дозволяє визначити потенційні ризики для здоров'я користувачів, оцінити допустимість використаних концентрацій та забезпечити відсутність гострих або відстрочених небажаних реакцій.

У таблиці 3.10 наведено інтегровані токсикологічні характеристики інгредієнтів крему з активом Glow Age™, включно з їхньою функцією, концентрацією та потенційними гострими наслідками для здоров'я.

Таблиця 3.10 – Токсикологічний профіль інгредієнтів рецептури крему

Компонент	CAS-номер	Функція	Концентрація, %	Потенційні гострі наслідки для здоров'я
Вода	7732-18-5	Розчинник	70,05	Нетоксична. Не викликає подразнення.
Гіалуронова кислота (НМ)	9004-61-9	Зволожувач	0,5	Дуже низька токсичність. Біосумісна, не подразнює.
Бетаїн	107-43-7	Осмопротектор, зволоження	1,0	Низька токсичність. Не подразнює шкіру чи слизові.
Цетиловий спирт	36653-82-4	Емульгатор, загусник	1,0	Дуже низька токсичність. Безпечний при дермальному застосуванні.
Олівем 1000	–	Емульгатор	4,0	Низька токсичність. Добре переноситься.
Олія персикової кісточки	–	Пом'якшувач	7,0	Низька токсичність. Можливе індивідуальне подразнення.
Олія мигдалю	–	Пом'якшувач	7,0	Низька токсичність. Можливі алергічні реакції у осіб із чутливістю до горіхів.
Вітамін Е	59-02-9	Антиоксидант	0,25	Низька токсичність. Рідкісна можливість контактного дерматиту.
Вітамін F	–	Жирні кислоти	0,25	Низька токсичність, добра переносимість.
Гідролізат протеїнів пшениці	70084-87-6	Кондиціонер	2,0	Можлива алергенна дія у людей з непереносимістю пшениці.

Glow Age™	–	Актив проти старіння	2,0	Низька токсичність. очікувана Ризики мінімальні при рекомендованих концентраціях.
Aquaхyl	–	Зволоження	2,0	Низька токсичність. Не подразнює шкіру.
D-пантенол	81-13-0	Регенерація	0,5	Дуже низька токсичність. Не подразнює, гіпоалергенний.
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	–	Антиоксидант	0,25	Безпечний при низьких концентраціях. Можливе легке подразнення.
Ефірна олія (віддушка)	–	Аромат	0,2	Потенційний сенсibilізатор. Потребує контролю алергенів.
Еуксил РЕ 9010 (феноксіетанол + етилгексилгліцерин)	–	Консервант	1,0	Помірна токсичність феноксіетанолу. Ризики безпечні при ≤1%.
Бензиловий спирт	100-51-6	Консервант	1,0	Може викликати легке подразнення у чутливих осіб.

Токсикологічна оцінка ключових інгредієнтів демонструє, що окремі компоненти рецептури мають підвищену біологічну активність і вимагають додаткової уваги. Актив Glow Age™ (*Ziziphus spina-christi*) є рослинним екстрактом із низьким рівнем токсичності. Доступні дані свідчать про відсутність канцерогенних та мутагенних властивостей, а ризик подразнення оцінюється як мінімальний і залежить переважно від індивідуальної чутливості користувача та внутрішніх даних виробника екстракту.

Гідролізат протеїнів пшениці може спричиняти алергічні реакції в осіб, чутливих до глютену або білків злакових культур. Попри це, у концентрації 2% він широко застосовується в косметичних засобах і вважається безпечним для більшості користувачів. Його потенційний ризик сенсibilізації контролюється дозуванням і технологією введення у водну фазу крему.

Особливе місце серед потенційних сенсibilізаторів займає ефірна олія (віддушка). Саме вона є основним алергенним компонентом формули, оскільки ефірні олії можуть містити природні ароматичні сполуки, що викликають реакції у чутливих осіб. Концентрація 0,2% відповідає стандартам IFRA й забезпечує мінімальний рівень ризику, однак індивідуальна непереносимість залишається можливою.

Феноксіетанол, який входить до складу консерванту Еуксил PE 9010, є добре вивченим інгредієнтом із передбачуваним профілем безпеки. Його концентрація в рецептурі не перевищує 1%, що відповідає вимогам європейського регулювання. Дослідження не підтверджують канцерогенних властивостей цієї речовини, а ризик подразнення шкіри при таких рівнях є низьким.

Для підвищення точності токсикологічної оцінки доцільно врахувати довідкові значення NOAEL, рекомендовані Європейським науковим комітетом з безпеки споживачів (SCCS). Найбільш критичними щодо оцінки безпеки є консерванти та ароматичні компоненти.

1. Phenoxyethanol. Згідно з SCCS/1575/16, встановлено NOAEL = 141 mg/kg bw/day, що дозволяє оцінити його безпечність у засобах leave-on при концентрації $\leq 1\%$. Отже, введена в крем кількість відповідає максимально дозволеним рівню й не створює токсикологічних ризиків.

2. Benzyl alcohol. Відповідно до SCCS/2157/15, компонент дозволений у концентрації до 1% у leave-on продуктах. Основним ризиком є локальне подразнення та алергенність, проте при обмеженні до 1% токсикологічні ризики залишаються низькими.

3. GlowAge™ (Ziziphus spina-christi extract). Доступні дані виробника та публікації з токсикології рослинного екстракту демонструють відсутність гострої токсичності, мутагенності та цитотоксичності при концентраціях, що значно перевищують косметичні. Тому введення 2% активу є токсикологічно безпечним.

На основі довідкових значень був проведений попередній розрахунок коефіцієнта безпечності (Margin of Safety, MoS). Для phenoxyethanol при концентрації 1% значення MoS суттєво перевищує нормативний поріг 100, що підтверджує його безпечність у складі крему. Аналогічно, для бензилового спирту та активу GlowAge™ подані концентрації забезпечують MoS >100, що відповідає критеріям безпеки для leave-on косметичних засобів. Загалом, токсикологічний аналіз показує, що всі інгредієнти крему характеризуються низькою або дуже низькою токсичністю та застосовані в безпечних, регламентованих концентраціях. Вони відповідають вимогам Регламенту (ЄС) №1223/2009 та не проявляють канцерогенної, тератогенної чи системної токсичності. Основні потенційні ризики пов'язані з індивідуальною алергічністю до ефірних олій і можливістю сенсibiliзації до протеїнів пшениці, однак вони ефективно мінімізовані технологічними підходами та вибраним дозуванням.

Таким чином, крем із активом Glow Age™ може бути класифікований як безпечний для широкого кола споживачів за умови правильного використання відповідно до призначення.

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципової схеми виробництва крему для обличчя з активом Glow Age™

Принципова технологічна схема (рис.4.1) відображає послідовність основних стадій виробництва крему для обличчя, включаючи приготування водної та жирової фаз, емульгування, введення активних компонентів, вистоювання та фасування готового продукту. Схема містить централізовані вузли нагрівання, гомогенізації та охолодження, що забезпечує контроль ключових технологічних параметрів — температури, швидкості перемішування та часу обробки. Така організація процесу відповідає вимогам GMP та гарантує стабільність та мікробіологічну безпеку емульсії.

Технологія отримання крему включає наступні стадії:

Підготовка сировини та обладнання. Сировину перевіряють на відповідність технічним умовам (ТУ) та зберігають у стерильних умовах. Обладнання дезінфікують (70% етанол або UV-опромінення).

Для отримання фази А нагрівали попередньо набрану очищену воду до 40°C при увімкненій мішалці 10-15 об/хв, поступово додаючи бетаїн та низькомолекулярну гіалуронову кислоту, перемішуючи до повного розчинення протягом 20хв, відсутність грудочок.

Приготування жирової фази (Фаза В), компоненти Олівем 1000, цетиловий спирт, олія мигдалю, олія персикової кісточки послідовно додають та нагрівають до 65°C при включеній мішалці до однорідності.

Емульгування (Фаза А + Фаза В), жирову фазу (В) повільно додають до водної (А) при 70°C, 1. Інтенсивно гомогенізують (3000-5000 об/хв, 20 хв). Має утворитись однорідна структура без розшарування, в'язкість 15 000-25 000 сПз (вимірюється віскозиметром).

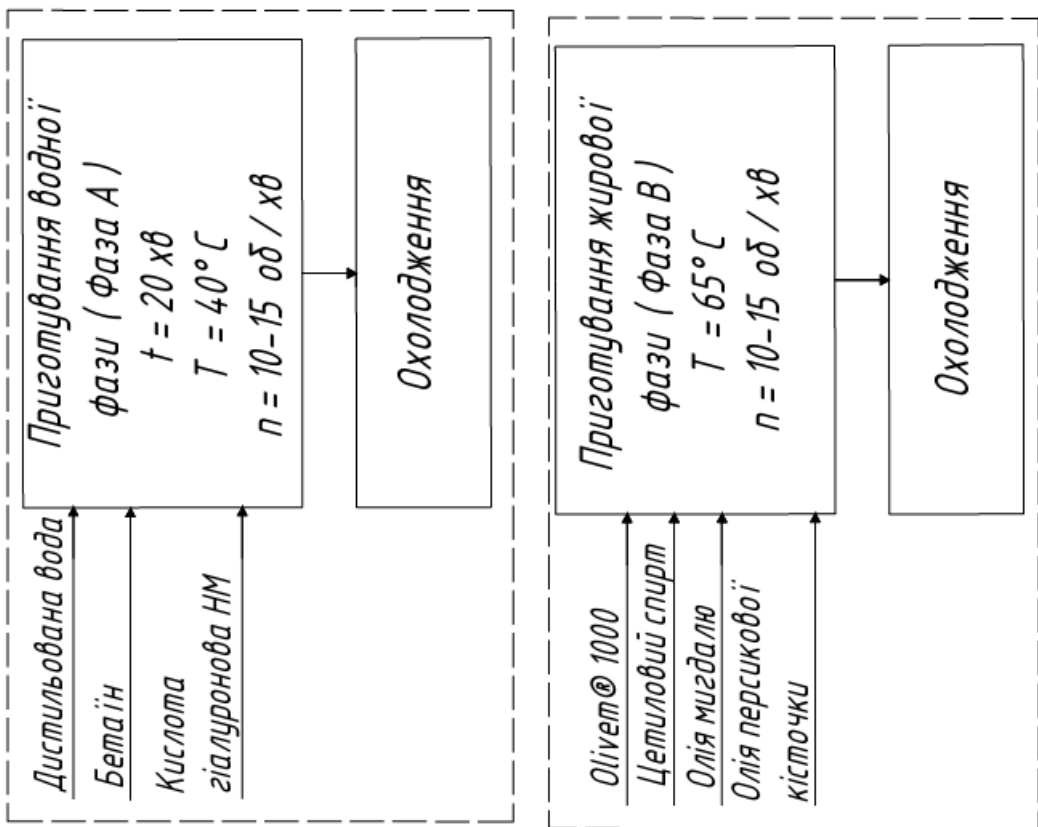
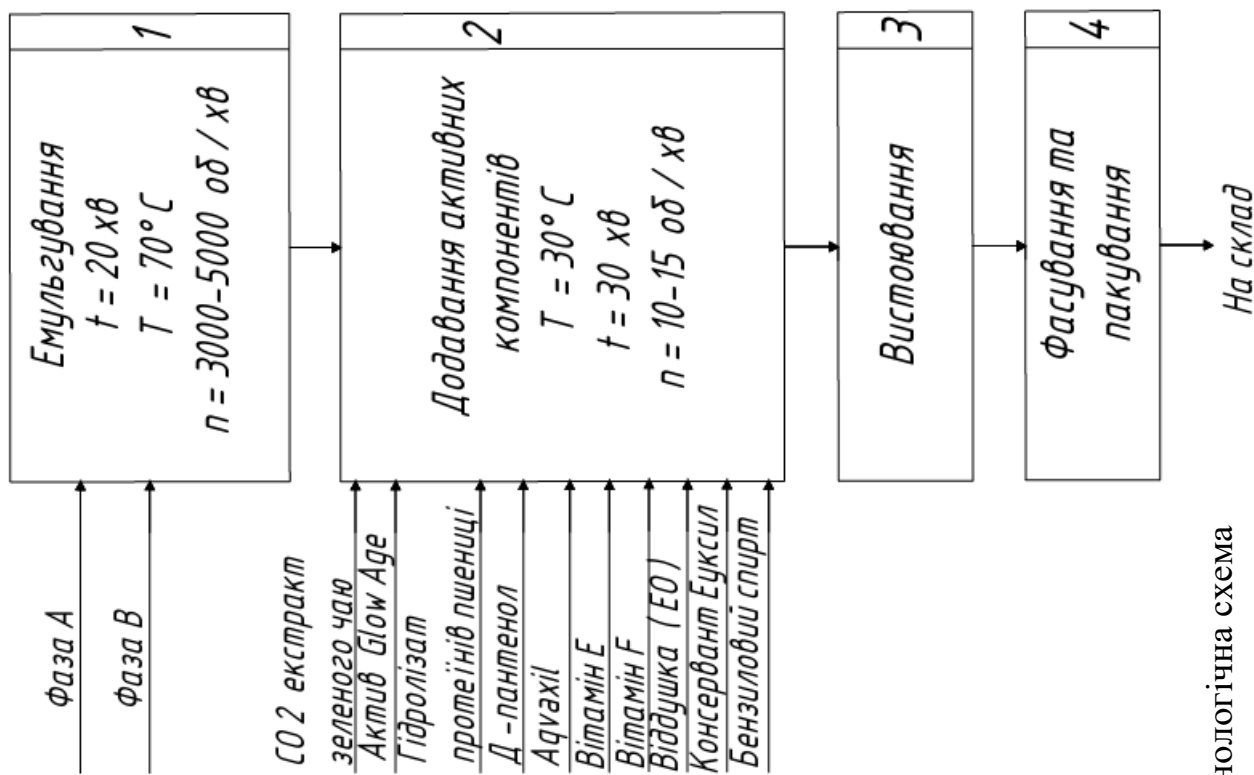


Рисунок 4.1 – Принципова технологічна схема

Введення активних компонентів, охолоджують емульсію до 30°C. покроково додаємо один за одним при повільному перемішуванні (10-15 об/хв, 30 хв) D-пантенол, вітаміни E та F, CO₂-екстракт зеленого чаю, попередньо розчинений в невеликій кількості води актив GlowAGE™. Термолабільні компоненти (наприклад, вітаміни) вводять останніми

Контроль якості: рН-метрія (5.0-6.0), тест на стабільність (центрифугування при 3000 об/хв, 15 хв).

Фасування: Розлив у стерильні туби/банки під ламінарним потоком.
Маркування та зберігання: температура: 15-25°C, термін придатності: 24 місяці.

4.2 Розрахунок матеріального балансу процесу отримання крему з активом GlowAGE™

Матеріальний баланс є ключовим етапом інженерних розрахунків, оскільки дозволяє визначити кількість сировини, що надходить у процес, розподіл компонентів за стадіями та розрахувати виробничі втрати. Баланс складено з урахуванням технологічної схеми (рис. 2.8), нормативних втрат для кожного етапу виробництва та продуктивності 100 кг готового крему на добу. Розрахунки виконано за принципом збереження маси для всіх фаз емульсійної системи.

На основі розробленої принципово-технологічної схеми розраховуємо матеріальний баланс для кожної стадії технології отримання крему з активом GlowAGE™. Продуктивність виробництва становить 100 кг/добу. 1. Матеріальний баланс на стадії підготовка фази I наведено в таблиці 4.1.

В процесі підготовки сировини фази I втрати складають 2 %, тоді:

$$m(\text{втрат}) = 70,05 \times 0,02 = 1,401 \text{ кг},$$

$$m(\text{фази A}) = 70,05 - 1,401 = 68,64 \text{ кг}.$$

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс процесу підготовки фази А

Прихід		Витрата	
Вода	70,05 кг	Вода	68,64кг
Гіалуронова кислота НМ	0,5	Втрати	1,401
Бетаїн	1,0		
Разом	71,55	Разом	71,55

Матеріальний баланс на стадії підготовка фази В наведено в таблиці 4.2. В процесі підготовки сировини фази В втрати складають 2 %, тоді:

$$m(\text{втрат}) = 19 \times 0,02 = 0,38 \text{ кг,}$$

$$m(\text{фази II}) = 19 - 0,38 = 18,62 \text{ кг.}$$

На основі часткових балансів для кожної стадії було сформовано зведений матеріальний баланс, який узагальнює кількість сировини, готового продукту та виробничі втрати по всьому процесу.

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс процесу підготовки фази В

Прихід		Витрата	
Цетиловий спирт	1,0	Фаза В	18,62
Олівець 1000	4,0	Втрати	0,38
Олія персикової кісточки	7,0		
Олія мигдалю	7,0		
Разом	19,0	Разом	19,0

Матеріальний баланс на стадії попереднього емульгування наведено в таблиці 4.3. В процесі попереднього емульгування фази А та фази В втрати складають 0.5 %, тоді:

$$m(\text{втрат}) = 91,00 \times 0,005 = 0,455 \text{ кг},$$

$$m(\text{емульсії}) = 91,0 - 0,455 = 90,545 \text{ кг}.$$

Таблиця 4.3 – Матеріальний баланс процесу попереднього емульгування

Прихід		Витрата	
Фаза А	72,00	Емульсія	90,545
Фаза Б	19,00	Втрати	0,455
Разом	91,0	Разом	91,0

В процесі охолодження втрати складають 0,1 %, тоді:

$$m(\text{втрат}) = 91,0 \times 0,001 = 0,091 \text{ кг},$$

$$m(\text{емульсії}) = 91,0 - 0,091 = 90,909 \text{ кг}.$$

Таблиця 4.4 – Матеріальний баланс процесу охолодження

Прихід		Витрата	
Емульсія	91,00	Емульсія	90,909
		Втрати	0,091
Разом	91,0	Разом	91,0

Матеріальний баланс стадії гомогенізації, перемішування втрати складають 0.5 %, тоді:

$$m(\text{втрат}) = 9,45 \times 0,005 = 0,4725 \text{ кг},$$

$$m(\text{активи}) = 9,45 - 0,4725 = 8,9775 \text{ кг}.$$

Таблиця 4.5 – Матеріальний баланс процесу гомогенізації, перемішування

Прихід		Витрата	
Вітамін Е	0,25	Активи	8,9775
Вітамин F	0,25	Втрати	0,4725
Гідролізат протеїнів пшениці	2,0		
Glow Age™ (Ziziphus spina-christi)	2,0		
AquaXil	2,0		
D-пантенол	0,5		
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	0,25		
Ефірна олія (віддушка)	0,2		
Консервант Еуксіл РЕ 9010	1,0		
Бензиловий спирт	1,0		
Разом	9,45	Разом	9,45

Матеріальний баланс процесу фасування наведено в таблиці 4.6. втрати складають 1 % тоді:

$$m(\text{втрат}) = 100 \times 0,01 = 1 \text{ кг},$$

$$m(\text{крему}) = 100 - 10 = 99 \text{ кг}.$$

Таблиця 4.6 – Матеріальний баланс процесу фасування

Прихід		Витрата	
Крем	100,00	Крем	99,00
		Втрати	1,0
Разом	100,0	Разом	100,0

Таблиця 4.7 – Зведений матеріальний баланс процесу отримання крему з активом GlowAGE™

Прихід, кг		Витрата, кг	
Вода	70,05	Крем	96,2005
Гіалуронова кислота (НМ)	0,5	Втрати	3,7995
Бетаїн	1,0		
Цетиловий спирт	1,0		
Олівем 1000	4,0		
Олія персикової кісточки	7,0		
Олія мигдалю	7,0		
Вітамін Е	0,25		
Вітамін F	0,25		
Гідролізат протеїнів пшениці	2,0		
Glow Age™ (Ziziphus spina-christi)	2,0		
AquaXil	2,0		
D-пантенол	0,5		
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	0,25		
Ефірна олія (віддушка)	0,2		
Консервант Еуксіл РЕ 9010	1,0		
Бензиловий спирт	1,0		
Разом	100		100

На підставі проведених обчислень було встановлено, що в результаті технологічного процесу виходить 96,2005 кг готового фасованого крему у вигляді стабільної емульсії. Загальні виробничі втрати складають 3,7995 кг.

Даний баланс демонструє високу ефективність технологічного процесу з мінімальними втратами, що відповідає сучасним стандартам косметичного виробництва [67].

Рівень сумарних втрат (3,80 %) відповідає типовим показникам для емульсійних косметичних систем (3–5 % згідно з ISO 22716). Це підтверджує технологічну оптимальність процесу та дає можливість точно прогнозувати витрати сировини, планувати закупівлі та визначати собівартість одиниці продукції.

4.3 Підбір основного технологічного обладнання

Підбір основного технологічного обладнання здійснюється на підставі розрахованого матеріального балансу та запропонованої принципової технологічної схеми. Вибір технологічних апаратів здійснюється відповідно до вимог ISO 22716 (Good Manufacturing Practice for Cosmetics), що передбачає використання обладнання, придатного для контакту з косметичною продукцією, легкої санітарної обробки, хімічної інертності та забезпечення стабільності технологічного процесу. Особлива увага приділяється матеріалам конструкції, можливості CIP/SOP-очищення та безпеці операторів. Обладнання підбирається з коефіцієнтом запасу 10-15% для компенсації технологічних втрат та забезпечення стабільної роботи.

Ваги лабораторні електронні FEH-600L2, виробництва НВП «Дніпровес».
Функції та характеристика: зважування у грамах або каратах. Зовнішнє градування Компенсація маси тари. Лічення штук однакових деталей. Автоматичне тестування та обнулення. Автоматичне вимикання дисплею відповідно до заданого часу. Контроль \pm відносно встановленої маси зразка. Вбудований акумулятор. RS 232, що дозволяє підключати вагу до принтера чи

комп'ютера. Рідкокристалічний (LCD) індикатор з підсвіткою. Час стабілізації показів — 3 сек. Клас точності згідно з ДСТУ EN 45501 – II [68].

Реактори-змішувачі є важливими апаратами у хімічній, фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості, оскільки забезпечують не лише проведення хімічних реакцій, а й рівномірне перемішування компонентів. Їх конструкція та матеріали виготовлення мають критичне значення для забезпечення безпеки, ефективності та довговічності експлуатації.

Конструктивні особливості. Типовий реактор-змішувач складається з: циліндричного корпусу з кришкою; системи перемішування (мішалка різного типу: якірна, пропелерна, турбінна тощо); теплообмінної оболонки або рубашки (для нагрівання чи охолодження); підшипникових вузлів; приводного механізму; патрубків для подачі та відведення речовин. Конструкція розроблена таким чином, щоб забезпечити інтенсивне та однорідне перемішування усього об'єму робочої речовини навіть за складних умов, таких як високі в'язкості або зміни температури (рис. 4.2).

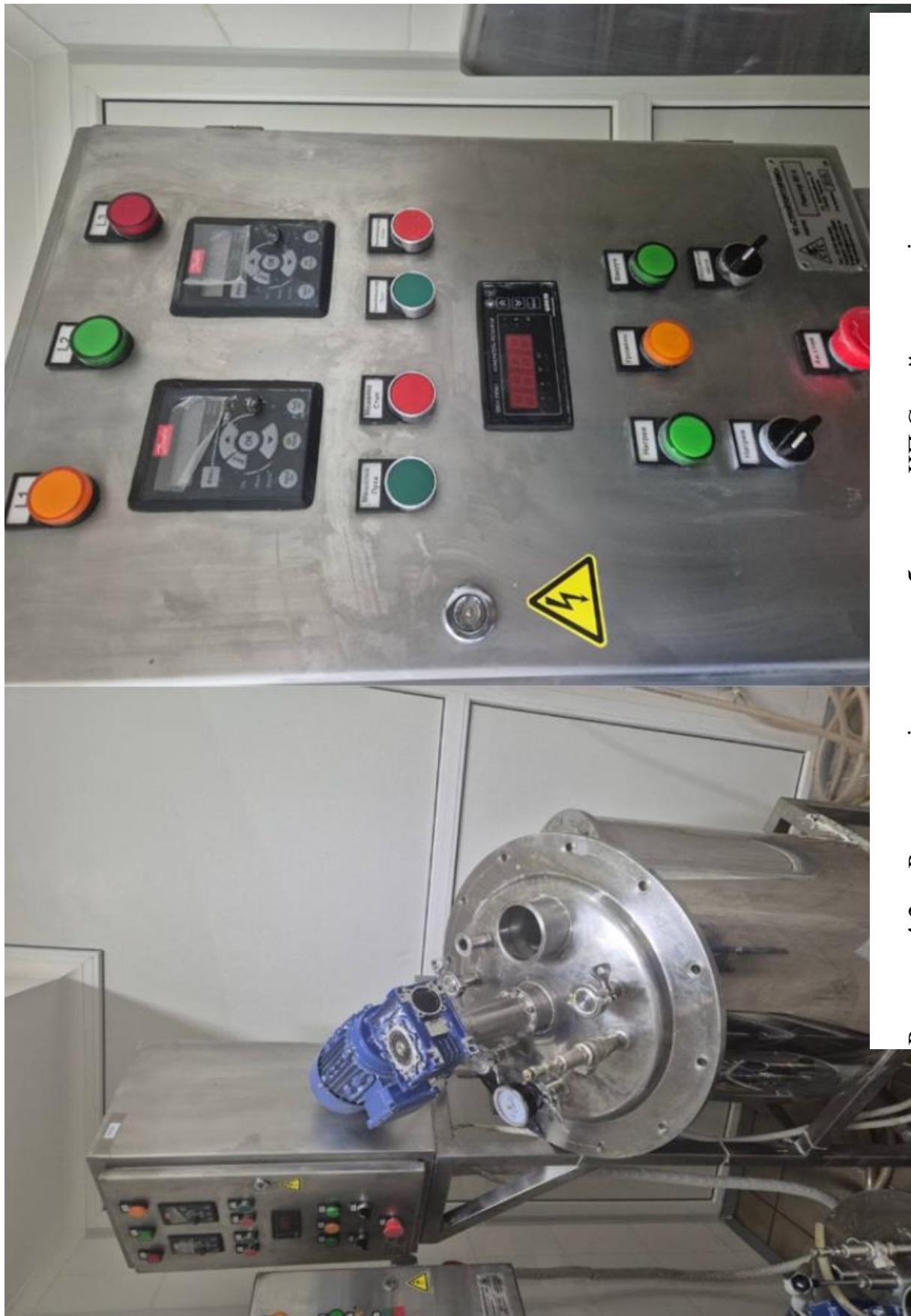


Рисунок 4.2 – Реактор-змішувач, виробництва ЧП Стройторгсервіс

Робочий обсяг реактора 80л; корпус - циліндричний з приварним еліптичним днищем та відкидною еліптичною кришкою, стаціонарний чи мобільний (на колесах); корпус оснащений теплообмінною та теплоізолюючою сорочками. Теплоносій вода. Нагрівання здійснюється за допомогою ТЕН 2 x 2,5 = 5,0 кВт, вбудованих у теплообмінну сорочку; для охолодження продукту у сорочку можна подати мережеву воду; термоізоляційна сорочка – приварна, герметична; матеріал теплоізоляції – ізовер; наявність тихохідної мішалки з плаваючими скребками з тефлону (мішалка якірна асиметрична для можливості перекидання кришки); регулювання швидкості тихохідної мішалки в діапазоні, об/хв. від 30 до 60 (рисунок 2.5.2); ущільнення валу мішалки – сальникова набивка фторолон; наявність розсікача для ефективності перемішування; наявність донного роторного гомогенізатора в днищі корпусу; регулювання швидкості ротора гомогенізатора в діапазоні від 1000 до 3000 об/хв. Матеріал виготовлення в контакт з продуктом – сталь AISI 316L (03X17H9M2); матеріал виготовлення не в контакт з продуктом – сталь AISI 304 (07X17H9); наявність пульта управління на корпусі реактора кнопочового типу з наступними опціями: головний вимикач ПК; кнопки «Пуск – стоп» приводу мішалки, ротора гомогенізатора та нагріву продукту; ручки керування швидкістю обертання мішалки та ротора гомогенізатора; дисплеї з індикацією обертів мішалки та ротора гомогенізатора; дисплей PID-регулятора Т-ри продукту з показання заданої та фактичної Т-ри продукту; дисплей індикації надлишкового тиску в корпусі реактора; кнопка «Аварійний стоп»; вакуум насос.

Санітарна обробка реактора-змішувача та допоміжного обладнання виконується методом СІР-миття (Cleaning in Place) із застосуванням лужних та кислотних миючих розчинів, дозволених для косметичного виробництва. Фінішна дезінфекція проводиться 70% етиловим спиртом або парою. Конструкція реактора (AISI 316L) забезпечує високу хімічну стійкість і дозволяє проводити багаторазові цикли санітарної обробки без втрати якості поверхонь.

Супровідна документація: паспорт з технічним описом, інструкцією з експлуатації, інструкцією з обслуговування, паспорт посудини, що працює під

тиском, сертифікати на матеріали в контакті з продуктом та паспорти на комплектуючі [69].



Рисунок 4.3 – Мішалка та гомогенізатор у реакторі-змішувачі, виробництва ЧП Стройторгсервіс

У промисловості найчастіше застосовуються реактори-змішувачі, виготовлені з:

- харчових марок нержавіючої сталі (наприклад, AISI 304, AISI 316L);
- титану (у випадках агресивного середовища);
- емальованої сталі (для хімічно активних сполук).

Використання харчової нержавіючої сталі забезпечує стійкість до корозії, легкість в очищенні, а також відповідає вимогам санітарної безпеки при виробництві косметичних засобів, ліків чи харчових продуктів.

4.4 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва крему для обличчя з активом Glow Age™

Апаратурно-технологічна схема (рис.4.4) включає всі основні вузли та комунікації, необхідні для приготування емульсійного крему: ємності для зберігання сировини, реактори для приготування водної та жирової фаз, емульгатор-гомогенізатор, теплообмінні елементи, вакуум-система, а також блок фасування. Схема забезпечує безперервність процесу, контроль температури на всіх ключових стадіях та можливість роботи у санітарно-гігієнічних умовах, що відповідають вимогам косметичного виробництва.

Зі складу у реактор 1 вносимо гіалуронову кислоту низькомолекулярну, бетаїн та деіонізовану воду, та за допомогою дозатора подаємо у реактор з якірною мішалкою 3 для емульгування. Зі складу у мірник з паровою сорочкою та дозатором 1 вносимо жирові компоненти цетиловий спирт, Олівем 1000, олія персикової кісточки, олія мигдалю за допомогою дозатора подаємо у реактор з якірною мішалкою 3 для емульгування. У реакторі проводимо емульгування фази А та фази В при температурі 60 – 65°C, протягом 15 - 20 хвилин, $W = 3000$ об/хв, турбінною мішалкою. Охолодження емульсії проводиться до 40 - 45°C, частота обертів мішалки 200 - 500 об/хв, протягом 20 - 30 хв.

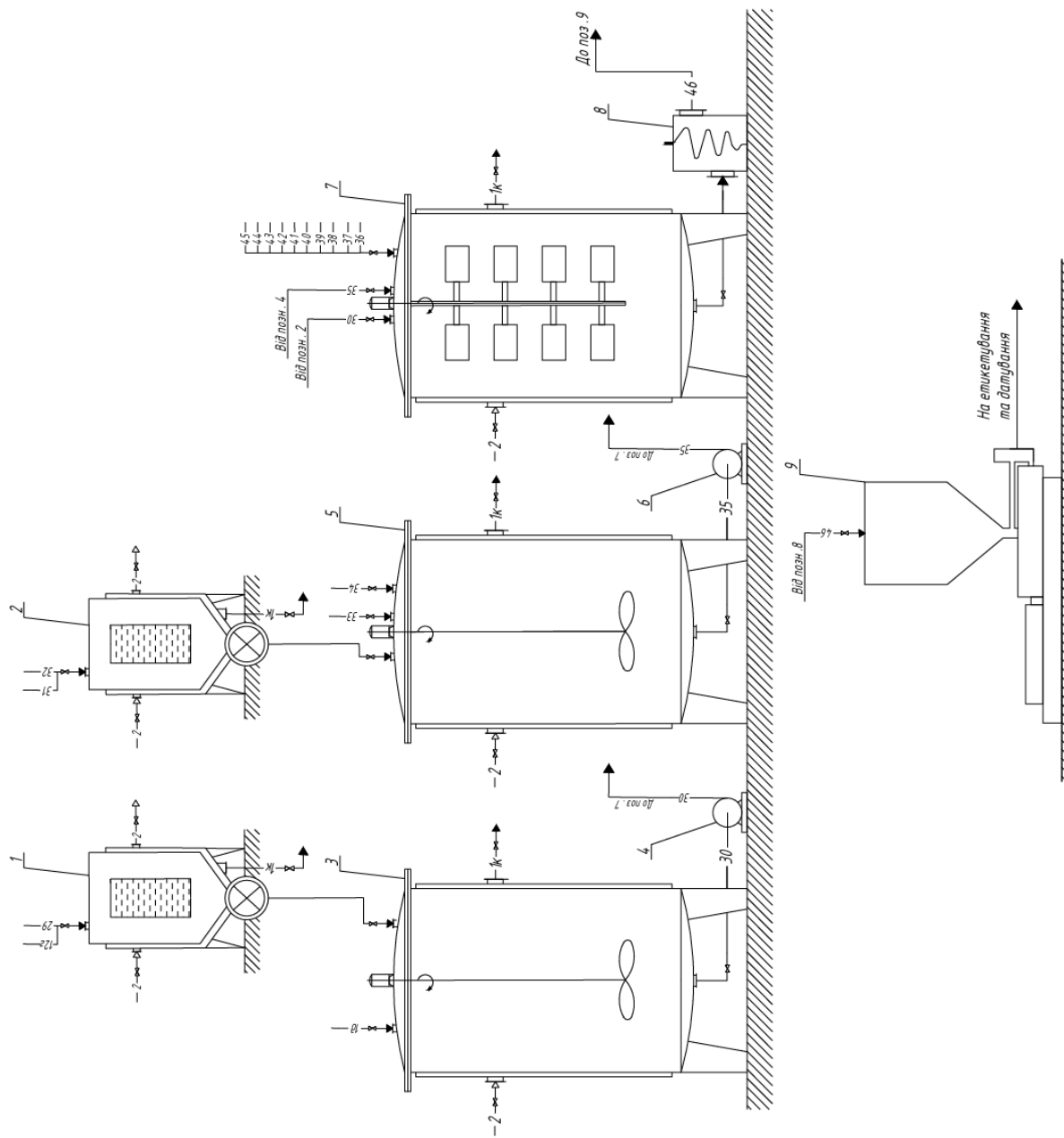


Рисунок 4.4 – Апаратурно-технологічної схеми виробництва крему для обличчя 3

Після охолодження додаємо активні компоненти такі як: Вітамін Е, Вітамін F, Гідролізат протеїнів пшениці, Glow Age™ (Ziziphus spina-christi), Aquaxil, D-пантенол, CO₂-екстракт зеленого чаю, Ефірна олія (віддушка), Консервант Еуксіл PE 9010, Бензиловий спирт. Вистоювання відбувається при температурі 20°C, протягом 2 – 3 год. Регулюємо рН та проводимо перевірку крему. рН₀ = 5.0 – 6.0. Далі відбувається фасування та пакування готового косметичного засобу, готовий косметичний засіб на склад.

Всі операції виробничого циклу узгоджені з апаратурно-технологічною схемою: реактор 1 використовується для підготовки водної фази, реактор 2 — для підготовки жирової фази, реактор 3 — як основний емульгатор із можливістю гомогенізації та охолодження. Вузол додавання активних компонентів оснащений дозаторами малої продуктивності, що забезпечує точність введення термолабільних речовин. Заключні операції — вистоювання, контроль якості та фасування — реалізовані через окремі апарати з мінімальним контактом продукції з навколишнім середовищем.

4.5 Забезпечення вимог належної виробничої практики (GMP) при виготовленні крему з активом Glow Age™

Технологія виробництва крему для обличчя з активом Glow Age™ розроблена з урахуванням вимог належної виробничої практики (Good Manufacturing Practice, GMP) та настанов ISO 22716 «Cosmetics – Good Manufacturing Practices». Дотримання принципів GMP забезпечує відтворюваність якості кожної серії продукції, мінімізацію ризиків мікробіологічного та фізико-хімічного забруднення, а також простежуваність усіх стадій технологічного процесу.

Виробничі приміщення зонуються на «умовно чисті» й «чисті» зони з обмеженим доступом персоналу. Основні операції приготування водної та жирової фаз, емульгування, гомогенізації, охолодження та фасування проводяться в чистих приміщеннях із контрольованими параметрами

мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість повітряних потоків) та рівнем частинок у повітрі згідно з внутрішніми стандартами підприємства. Повітря подається через фільтри тонкого очищення (у тому числі HEPA-фільтри для зон підвищеної чистоти), підтримується надлишковий тиск у «чистих» приміщеннях відносно суміжних коридорів, організовано односторонній (laminar-like) або регламентований турбулентний рух повітря.

Вхід до чистих приміщень здійснюється через санітарні шлюзи (санпропускники), де персонал проходить зміну вуличного одягу на спеціальний чистий одяг (халати, шапочки, бахіли, маски, рукавички), здійснюється гігієнічна обробка рук. Забороняється внесення до виробничих зон особистих речей, металевих прикрас, засобів харчування та напоїв, що відповідає базовим принципам GMP щодо контролю джерел контамінації.

Організація виробництва базується на системі стандартних операційних процедур (Standard Operating Procedures, SOP), які регламентують:

- приймання та ідентифікацію сировини (вхідний контроль, маркування, умови зберігання);
- приготування водної та жирової фаз, параметри нагрівання, перемішування та гомогенізації;
- введення термолабільних та активних компонентів (Glow Age™, Aquaxyl, CO₂-екстракт зеленого чаю, вітаміни тощо);
- проведення СІР-/СОР-очищення обладнання, санітарну обробку реакторів, мішалок, трубопроводів та фасувальних ліній;
- контроль критичних параметрів процесу (температура, час, швидкість обертання мішалки/гомогенізатора, рН, в'язкість);
- відбір проб для фізико-хімічного та мікробіологічного аналізу;
- дії у випадку відхилень, браку, повернення та відкликання продукції.

Поверхні, що контактують із продуктом, виготовлені з корозійностійкої нержавіючої сталі AISI 316L, сумісної з косметичною сировиною та дезінфектантами. Санітарна обробка виконується за затвердженими графіками із застосуванням мийно-дезінфікуючих засобів, дозволених для використання в

косметичній промисловості. Ефективність миття підтверджується мікробіологічним моніторингом (зішкріби з поверхонь, відбитки, осадові чашки), а також періодичною валідацією санітарних процедур.

Особлива увага приділяється кваліфікації персоналу. Працівники проходять первинне навчання та регулярні інструктажі з питань GMP, гігієни, роботи з активними інгредієнтами та консервантом, заповнення виробничої документації. Уся інформація про кожну серію крему (номер партії сировини, дата виготовлення, оператори, параметри процесу, результати контролю якості) фіксується у протоколах виготовлення партії (Batch Manufacturing Record), що забезпечує повну простежуваність. Таким чином, технологія виробництва крему з активом Glow Age™ не лише відповідає вимогам GMP, але й реалізує комплексний підхід до управління якістю: від правильного проектування чистих приміщень та вибору обладнання до впровадження SOP, навчання персоналу та систематичного контролю навколишнього середовища та готової продукції. Це гарантує стабільність споживчих властивостей крему, його мікробіологічну безпеку та відповідність регуляторним вимогам.

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1 Розрахунок витрат на обладнання при виробництві крему

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

Капітальні витрати на купівлю технологічного устаткування наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість виробничого обладнання

Назва обладнання	К-сть, шт	Ціна, тис. грн	Транспортні витрати, тис. грн	Монтажні витрати, тис. грн	Загальна вартість
Фасувальний апарат	1	96,0	9,6	9,6	115,2
Гвинтовий насос	1	17,0	1,7	1,7	20,4
Реактор з турбінною мішалкою	1	1 230,0	123,0	123,0	1 476,0
Насос відцентровий	2	11,5	2,3	2,3	16,1
Реактор з мішалкою	2	160,0	16,0	16,0	192,0
Дозатор	2	22,5	2,25	2,25	27,0
Разом:	9	—	—	—	1 846,7 тис. грн

Сумарна вартість обладнання:

$$\sum P = 1846700 \text{ грн.}$$

Відповідно до методичних рекомендацій додаємо коефіцієнти:

- 1,2 – на вимірювальні прилади (20 %);
- 1,1 – на додаткове обладнання (10 %).

$$P_{заг} = 1846700 \times 1,2 \times 1,1 = 2438644 \text{ грн} \approx 2,44 \text{ млн грн.}$$

Відповідно до нормативного строку служби обладнання (60 місяців), амортизаційні відрахування становитимуть:

$$A = \frac{P_{заг}}{60} = \frac{2438644}{60} = 40644,07 \text{ грн.}$$

Для визначення амортизаційних витрат у розрахунку на один робочий день використовуємо середньомісячну кількість робочих днів:

$$A_d = \frac{A}{22} = \frac{40644,07}{22} = 1847,46 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок витрат сировинної бази та допоміжних матеріалів

Для виготовлення дослідних зразків косметичного крему було використано комплекс сировинних компонентів, кожен з яких виконує певну функціональну роль у формуванні структури, стабільності та споживчих характеристик готового продукту.

Таблиця 5.2 – Вартість сировинної бази

Назва	К-сть, кг	Ціна за кг (л), грн	Загальна вартість
Вода очищена	70	6,6 грн	462,0 грн
Гіалуронова кислота (низькомолекулярна)	0,8	1 200 грн	960,0 грн
Бетаїн	1	540 грн	540,0 грн
Гідролізат протеїнів пшениці	1,5	850 грн	1 275,0 грн
D-Пантенол	1	1 300 грн	1 300,0 грн
Aquaхуl™	0,5	1 800 грн	900,0 грн
Glow Age™	0,3	4 500 грн	1 350,0 грн
Олівем 1000	5	2 183 грн	10 915,0 грн
Цетиловий спирт	2	450 грн	900,0 грн
Олія мигдалю	2	680 грн	1 360,0 грн
Олія персикової кісточки	2	650 грн	1 300,0 грн
Вітамін Е	0,5	4 000 грн	2 000,0 грн
Вітамін F	0,5	3 800 грн	1 900,0 грн
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	0,3	2 900 грн	870,0 грн
Ефірна олія (віддушка)	0,2	1 600 грн	320,0 грн
Консервант Euxyl® PE 9010	1	1 800 грн	1 800,0 грн
Бензиловий спирт	0,5	750 грн	375,0 грн
Разом:			29 387,0 грн

Розрахунок загальної вартості сировини, що використовується у виробництві косметичного крему на 100 кг:

$$P_{\text{заг}} = \sum P.$$

$$P_{\text{заг}} = 462,0 + 960,0 + 540,0 + 1275,0 + 1300,0 + 900,0 + 1350,0 + 10915,0 \\ + 900,0 + 1360,0 + 1300,0 + 2000,0 + 1900,0 + 870,0 + 320,0 \\ + 1800,0 + 375,0 = 29387,0 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції, враховуючи витрати сировини, орієнтовно становить 10 794 042 грн.

Витрати на транспортування сировини приймаються на рівні 4 % від загальної вартості річного випуску продукції, що дорівнює: 431 761,68 грн.

Косметичний крем виготовляється у флаконах об'ємом 50 мл, тому для обчислення вартості однієї одиниці готової продукції користуємося пропорцією:

$$100 \text{ л} = 29387,0 \text{ грн} \\ 50 \text{ мл} = X \\ X = 14,6935 \text{ грн} \approx 14,69 \text{ грн.}$$

Проводимо розрахунок витрат сировини та їх вартості на одну одиницю продукції (43 г) згідно схеми:

$$100 \text{ кг} \rightarrow \text{сировина (кг)} \\ 0,043 \text{ кг} \rightarrow x$$

Таблиця 5.3 – Вартість сировини на 1 од. Продукції

Назва	К-сть, кг	Ціна, грн
Вода очищена	0,0301	0,20
Гіалуронова кислота	0,000344	1,20
Бетаїн	0,00043	0,23
Гідролізат протеїнів пшениці	0,000645	0,55
D-Пантенол	0,00043	0,56
Aquaхуl™	0,000215	0,39

Glow Age™	0,000129	0,58
Олівем 1000	0,00215	4,70
Цетиловий спирт	0,00086	0,39
Олія мигдалю	0,00086	0,58
Олія персикової кісточки	0,00086	0,56
Вітамін Е	0,000215	0,88
Вітамін F	0,000215	0,82
СО ₂ -екстракт зеленого чаю	0,000129	0,37
Ефірна олія	0,000086	0,14
Консервант Euxyl® PE 9010	0,00043	0,18
Бензиловий спирт	0,000129	0,10
Разом:		15,98 грн

З одного технологічного циклу одержують 96,58 кг/100 кг готового продукту. В баночці місткістю 50 мл знаходиться 43 г крему, тому за одну зміну виробництва можна отримати 2 246 одиниць продукції.

Робочих днів у році – 252, з урахуванням вихідних та святкових днів. Щоб визначити обсяг продукції за рік, маємо:

$$2\,246 \cdot 252 = 565\,992 \frac{\text{упаковок}}{\text{рік}}$$

Таблиця 5.4 – Вартість допоміжних матеріалів (тара)

Матеріали	К-сть, шт	Вартість за од., грн	Загальна вартість, грн
Скляна банка 50 мл	2 246	23	51 658
Гвинтова кришка срібного кольору	2 246	25	56 150
Етикетка з клейким шаром	2 246	5	11 230
Разом:			119 038

Розрахунок загальної вартості допоміжних матеріалів, які використовуються у виробництві косметичного крему на 100 кг:

$$P_{\text{заг.доп}} = \sum P = 51658 + 56150 + 11230 = 119038 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок витрат на енергоресурси

До енергоресурсів належать усі види невідновлюваної енергії, що забезпечують роботу технологічного обладнання та допоміжних систем, без яких виробництво косметичного крему є неможливим.

Витрати електроенергії, гарячої та охолодженої води розраховано виходячи з навантаження на реактори, нагрівальні секції, системи перемішування та лінії фасування.

Таблиця 5.5 – Вартість енергоресурсів

Енергоресурси	Витрати на 1 од. продукції	Вартість за 1 од., грн	Загальна вартість, грн
Електроенергія	28 кВт·год	2,64	73,92
Вода гаряча	4 л	75,96	303,84
Вода охолоджена	10 л	20,12	201,20
Разом:			578,96 грн

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

$$P_{\text{заг.енерго}} = \sum P = 73,92 + 303,84 + 201,20 = 578,96 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок заробітної плати працівників

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

Таблиця 5.6 – Посади працівників та заробітна плата

Посада	К-сть працівників	Годинна ставка, грн	Фонд ЗП, грн
<i>Адміністрування</i>			
Директор	1	180	32 000
Головний технолог	1	165	29 500
Головний бухгалтер	1	168	29 000
Економіст	1	115	20 000
Головний механік	1	100	18 000
Головний енергетик	1	90	16 000
<i>Виробництво</i>			
Начальник зміни	1	155	30 000
Майстер	1	130	23 000
Технолог	2	148	26 000
Апаратик	2	96	17 500
<i>Відділ збуту</i>			
Майстер відвантаження	2	96	16 800
<i>Охорона</i>			
Охоронник	1	72	12 500
<i>Господарська ділянка</i>			
Техпрацівниця	1	60	10 500
Разом:			341 100 грн

Розрахунок загальної місячної заробітної плати працівників, грн:

$$P_{\text{зп}} = \sum P = 32000 + 29500 + 29000 + 20000 + 18000 + 16000 + 30000 \\ + 23000 + 26000 + 17500 + 16800 + 12500 + 10500 \\ = 341100 \text{ грн.}$$

Заробітна плата за рік складає:

$$341100 \times 12 = 4\,093\,200 \text{ грн.}$$

Розрахунок виробничої собівартості виробництва:

$$P_{\text{вс}} = 40644,07 + 29387 + 119038 + 578,96 + 1715,22 + 16500 + 3630 \\ + 860 = 212353,25 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.6 – Загальна таблиця витрат

Назва	Витрати на 100 кг продукту
Обладнання	2 438 644
Амортизаційні витрати	40 644,07
Сировина	29 387
Допоміжні матеріали	119 038
Енергоресурси	578,96
Транспортно-тарифні витрати	1 715,22
Заробітна плата	16 500
Додаткова заробітна плата	3 630
Загальновиробничі витрати	860
Виробнича собівартість	212 353,25 грн

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Екологічна безпека виробництва крему з екстрактом активу Glow Age™ та вплив виробництва на навколишнє середовище

Промисловість косметичних засобів є однією з динамічно зростаючих галузей, проте її розвиток супроводжується низкою екологічних ризиків, пов'язаних із споживанням ресурсів, формуванням відходів та впливом на водні й наземні екосистеми [71]. Виробництво, пакування та утилізація косметичної продукції можуть мати суттєвий вплив на навколишнє середовище, що обумовлює необхідність впровадження екологічно орієнтованих підходів на всіх етапах життєвого циклу продукту – від вибору сировини до кінцевої утилізації тари [71; 82].

Сучасні вимоги до косметичних підприємств пов'язані не лише з забезпеченням якості і безпечності продукції для споживача, але й із дотриманням принципів належної виробничої практики (GMP, Good Manufacturing Practice) та концепцій сталого розвитку [79; 83]. Рекомендації GMP (зокрема на основі ISO 22716) охоплюють питання організації виробничих зон, поводження з сировиною, пакувальними матеріалами, очищення та утилізації відходів, що безпосередньо впливають на екологічну безпеку виробництва.

Розроблений у дипломному проєкті емульсійний крем для шкіри обличчя з активом Glow Age™ (*Ziziphus spina-christi* leaf extract) та зволожувальним комплексом Aquaхуl™ відноситься до екологічно орієнтованих продуктів завдяки таким характеристикам:

– використання переважно природних і біотехнологічних інгредієнтів (гіалуронова кислота, бетаїн, гідролізат протеїнів пшениці, D-пантенол, Aquaхуl™), виробництво яких за умов сталого вирощування сировини та контрольованого біосинтезу має менший екологічний слід порівняно із суто синтетичними аналогами [73];

– емульгатори та коемульгатори (Олівем 1000, цетиловий спирт) можуть походити з рослинної сировини; при цьому важливим є вибір постачальників, які дотримуються принципів відповідального землекористування (зокрема сертифікованого виробництва олій, що зменшує ризики вирубки лісів та втрати біорізноманіття) [74; 75];

– рослинні емоменти – олія мигдалю, олія персикової кісточки – є відновлюваними ресурсами; їхній екологічний вплив пов'язаний насамперед з агротехнікою вирощування культур та методами екстракції олій. Використання сировини з органічних господарств та екологічно чистих методів екстракції (механічне пресування, «зелена хімія») зменшує негативний вплив на довкілля [75; 83];

– CO₂-екстракт зеленого чаю отримують методом надкритичної CO₂-екстракції, який належить до більш екологічно прийнятних технологій порівняно з використанням органічних розчинників, оскільки CO₂ є нетоксичним, може рециркулюватися та не залишає шкідливих залишків у продукті [76];

– ефірна олія (віддушка), за умови її відповідального походження і дотримання норм стійкого збору рослинної сировини, може розглядатися як більш екологічна альтернатива синтетичним ароматизаторам, проте надмірне використання деяких ефірних олій пов'язане з ризиком виснаження природних ресурсів [77];

– система консервування на основі Euxyl® PE 9010 (феноксіетанол та етилгексилгліцерин) і бензилового спирту дозволяє забезпечити мікробіологічну стабільність продукту; при цьому важливо враховувати біорозкладність цих сполук і їх потенційний вплив на водні екосистеми, оскільки разом зі стічними водами вони можуть потрапляти у навколишнє середовище [78].

Вода, що є основним компонентом емульсійного крему, також виступає критичним ресурсом з екологічної точки зору. Надмірне водоспоживання у виробничих процесах та недостатньо очищені стічні води можуть сприяти виснаженню водних ресурсів і погіршенню якості поверхневих та підземних вод [72; 80]. Тому впровадження ефективних схем водопідготовки, повторного

використання технічної води (де це дозволяють норми), а також локальних очисних споруд є одним із ключових чинників екологічної безпеки виробництва [80].

Етапи змішування, нагрівання, охолодження та фасування крему потребують певних енергетичних витрат. За рахунок використання енергоефективного обладнання, оптимізації технологічних режимів, а також за можливості залучення відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, «зелений» тариф) можна зменшити сумарний вуглецевий слід виробництва [79; 81].

Таким чином, екологічна безпека виробництва крему з активом Glow Age™ визначається поєднанням трьох складових:

- свідомим вибором сировини (натуральної, біорозкладної, із сертифікованих джерел) [73; 75; 83];
- оптимізацією технологічних процесів (енерго- та водозбереження, мінімізація відходів, відповідне очищення стічних вод) [79–81];
- дотриманням принципів GMP, які забезпечують контроль якості, простежуваність процесів та впорядковану систему поводження з відходами і пакувальними матеріалами [71; 79; 83].

6.2 Потенційні екологічні проблеми у виробництві косметичних засобів та їх мінімізація згідно з GMP

Пакувальні матеріали косметичних засобів становлять значну частку твердих побутових відходів. У структурі відходів індустрії краси найбільший внесок мають пластмасові вироби: кришки, помпові механізми, туби, декоративні елементи упаковки [71; 82]. На відміну від скла, яке може багаторазово перероблятися, більшість полімерів не піддаються повному біологічному розкладанню, а лише фрагментуються до мікропластику, що становить загрозу для водних та наземних екосистем [71; 82].

У розробленому проекті в якості основної тари для крему передбачено скляну банку, що є хімічно інертною та придатною до переробки. Пластик

використовується переважно у вигляді кришок та елементів декоративного оформлення. У контексті GMP та сталого розвитку виробник має:

- зменшувати обсяги надлишкового пакування (відмова від зайвих декоративних коробок, пластикових вставок тощо) [82];
- обирати матеріали, придатні до переробки, з чітким маркуванням для системи роздільного збору [82];
- розглядати можливість реалізації програм повторного використання (REUSE) скляної тари, що поєднує економічні та екологічні переваги [81; 83].

Отже, оптимізація пакувальних рішень є важливим елементом зменшення екологічного навантаження, а відповідність процедур поводження з пакуванням вимогам GMP забезпечує їх контрольованість і простежуваність [71; 82; 83].

Вода є найбільш використовуваним ресурсом у виробництві крему: вона входить до складу рецептури, застосовується для нагрівання й охолодження сорочок обладнання, а також для миття апаратури та прибирання виробничих приміщень [72; 80]. За оцінками міжнародних організацій, за збереження нинішніх тенденцій у багатьох регіонах світу до середини XXI століття зросте ризик дефіциту прісної води [72].

У рамках GMP та екологічного менеджменту підприємство має забезпечити:

- наявність схеми водопідготовки, що включає механічне, фізико-хімічне, мембранне очищення та, за потреби, УФ-знезараження води [80];
- регулярний контроль якості води, яка використовується як сировина, з точки зору фізико-хімічних і мікробіологічних показників;
- заходи з водозбереження (оптимізація режимів СІР-миття, запобігання протіканню, раціональне використання мийних засобів) [80; 81];
- опрацювання можливостей повторного використання технічної води після відповідного очищення, де це допускається санітарними нормами [80].

Такі підходи дозволяють одночасно забезпечити високу якість готового продукту та зменшити вплив виробництва на водні ресурси [72; 80; 83].

Виробництво емульсійного крему з активом Glow Age™ не належить до високовитратних за викидами летких органічних сполук (ЛОС), оскільки технологія не передбачає застосування органічних розчинників, а ароматична складова обмежується ефірною олією [71; 77]. Однак у зонах змішування, нагрівання та фасування можливе утворення аерозолів, дрібнодисперсних частинок сировини і парів мийних засобів. Відповідно до принципів GMP підприємство повинно:

- підтримувати контрольовані умови мікроклімату і чистоти повітря у виробничих приміщеннях (припливно-витяжна вентиляція, фільтрування повітря) [79; 80];

- за необхідності використовувати механічні та електростатичні фільтри для вловлювання дрібнодисперсних частинок та аерозолу [82];

- мінімізувати використання летких хімічних речовин при санітарній обробці, віддаючи перевагу більш безпечним мийним засобам та чітко регламентованим режимам їх застосування [79].

Комплекс таких заходів дозволяє зменшити вплив на атмосферне повітря, а також створює безпечні умови праці персоналу, що є важливою вимогою GMP [71; 79; 82].

Виробництво крему супроводжується утворенням різних видів відходів: залишків сировини, браку продукції, забруднених миючими засобами стічних вод, використаних фільтрів, пакувальних матеріалів тощо [71; 81]. У контексті GMP і екологічної безпеки важливими є:

- класифікація та роздільний збір відходів (скло, пластик, папір/картон, органічні залишки, небезпечні відходи) [81];

- ведення документації щодо утворення, тимчасового зберігання та передачі відходів ліцензійним операторам;

- пошук можливостей переробки та повторного використання матеріалів (насамперед скла, картону, частини пластикового пакування) [81; 83];

– мінімізація утворення браку за рахунок точного дозування, оптимізації технологічних режимів та своєчасного технічного обслуговування обладнання [79; 81].

Реалізація цих заходів відповідає принципам концепції «нуль відходів» (zero waste) та циркулярної економіки, а також узгоджується з екологічними стандартами типу ISO 14001 [81; 83].

РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

Належна виробнича практика (Good Manufacturing Practice, GMP) у косметичній промисловості є комплексом вимог, спрямованих на забезпечення безпеки працівників та стабільної якості продукції. Вимоги GMP визначені у Регламенті (ЄС) № 1223/2009 та у стандартах ISO 22716, де описано правила організації виробництва, поводження з сировиною, експлуатації обладнання та ведення документації. Впровадження цих вимог є необхідним елементом системи охорони праці на підприємстві, що виготовляє крем для обличчя з активом Glow Age™, та узгоджується з національним законодавством у сфері безпеки праці.

Вимоги безпеки до території виробництва

Територія підприємства має бути організована відповідно до вимог GMP, щоб мінімізувати ризики травмування персоналу та уникнути перехрещення потоків сировини, продукції та відходів. Парфумерно-косметичне виробництво повинно мати санітарно-захисну зону, що відповідає містобудівним та санітарним нормам. Маршрути руху транспорту позначаються дорожніми знаками, а зони підвищеної небезпеки – попереджувальними знаками безпеки. Територія повинна утримуватися в чистоті, для відходів використовуються водонепроникні контейнери. Обов'язково виділяється окрема зона для вантажно-розвантажувальних робіт, яка має бути позначена необхідними знаками. Покриття території має бути твердим (асфальт, бетон), що запобігає запиленню та полегшує санітарну обробку. Такі вимоги відповідають принципам GMP щодо належної організації зовнішньої частини виробництва та сприяють безпечним умовам праці.

Вимоги безпеки до виробничих будівель та зберігання сировини

Виробничі будівлі повинні забезпечувати поточність технологічного процесу, виключати перехрещення «чистих» та «брудних» потоків, відповідати проєктній документації та принципам GMP. Планування приміщень має гарантувати послідовність операцій: приймання сировини, підготовка фаз,

емульгування, охолодження, введення активів, фасування та зберігання готової продукції. Будівля не повинна мати протікань, конденсату чи пошкоджень, що можуть впливати на якість продукції.

У приміщеннях забезпечується природне та штучне освітлення, коефіцієнт природної освітленості повинен становити не менше 1,5 %, а штучне освітлення здійснюється люмінесцентними лампами типу ЛБ. При проєктуванні виробничих будівель враховується мінімальний об'єм та площа на одного працівника: не менше 15 м³ об'єму та 4,5 м² площі при висоті не менше 3,2 м. Проходи між робочими зонами повинні бути не меншими за 1,5 м, проїзди для транспорту – не меншими за 2,5 м, а евакуаційні виходи – не менше 1,0 м ширини.

Для сировини створюються окремі складські приміщення з контрольованими умовами зберігання. Ємності з компонентами повинні мати чіткі позначення, включаючи назву речовини та характеристику її властивостей. Сипкі компоненти зберігаються у бункерах або силосах, що запобігає розпорошенню та контакту працівників із пилом. У виробничих зонах впроваджуються заходи шумозниження, зокрема встановлення перфорованих акустичних панелей і підвісних стель, а також використання віброізоляційних опор для обладнання.

Вимоги безпеки до організації робочих місць

Організація робочих місць повинна відповідати вимогам GMP, ДСТУ та нормам охорони праці. Працівникам надається спеціальний одяг (халати, головні убори, рукавички, змінне взуття), а також засоби індивідуального захисту, включаючи захисні окуляри, респіратори та протишумові навушники в разі потреби. У виробничих приміщеннях проводиться постійний контроль параметрів повітря на вміст шкідливих речовин, які не повинні перевищувати гранично допустимих концентрацій.

Робочі місця обладнуються таким чином, щоб забезпечити зручність доступу до органів керування та мінімізувати фізичне навантаження на працівника. Зони підвищеного шуму та вібрації оснащуються колективними

засобами захисту, такими як шумоізолюючі кожухи та вібраційні опори. Усі виробничі приміщення обладнані припливно-витяжною вентиляцією, особливо над реакторами, СІР-зонами та місцями дозування сипких компонентів.

У разі виникнення аварійної ситуації технологічний процес негайно призупиняється, а персонал діє відповідно до плану аварійного реагування. У видимих місцях повинні бути розміщені інструкції з охорони праці, схеми руху персоналу та евакуаційні плани.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання

Обладнання, яке використовується для виготовлення крему, повинно відповідати вимогам Директиви 2006/42/ЄС та ДСТУ EN 60204-1:2018. Кожна одиниця обладнання має паспорт, інструкцію з експлуатації та маркування, а також засоби захисту від випадкового контакту з рухомими або нагрітими частинами.

При виникненні несправності обладнання негайно виводиться з експлуатації. Трубопроводи та апарати з підігрівом повинні мати теплоізоляцію, що обмежує температуру поверхні до безпечного рівня. Завантаження та переміщення сировини здійснюється механізовано, що знижує ризик контакту працівника з хімічними речовинами. Усі КВПІ (вакуумметри, манометри, термометри) повинні мати чинні пломби та зазначені строки перевірки.

Реактори, технологічні ємності та гомогенізатори обладнуються блокуванням кришок, що унеможливує їх відкриття під час роботи мішалки або наявності надлишкового тиску. Фасувальні апарати повинні мати систему відведення повернених рідин у спеціальні ємності, що запобігає проливам.

Навчання персоналу та документація в системі GMP

Персонал виробництва косметичної продукції має проходити навчання відповідно до вимог GMP. Усі працівники проходять вступний, первинний та повторні інструктажі з охорони праці. У разі модернізації обладнання або змін технології проводяться позапланові інструктажі з обов'язковим внесенням записів до відповідних журналів.

Працівники мають бути ознайомлені з паспортами безпеки речовин (SDS), зокрема тих, що мають потенційно небезпечні властивості. Підприємство веде документацію, передбачену GMP: журнали інструктажів, акти перевірки виробничого середовища, протоколи розслідування нещасних випадків, програми навчання персоналу. Ця документація також є частиною Product Information File (PIF), який обов'язково формується для кожного косметичного продукту.

Запровадження вимог GMP в охороні праці забезпечує контрольованість виробництва, мінімізацію аварійних ситуацій та підвищення безпеки персоналу, що є необхідною умовою функціонування сучасного косметичного підприємства.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано науково-технічну літературу щодо загальної характеристики активу Glow Age™ (екстракту листа *Ziziphus spina-christi*) та сучасних тенденцій ринку косметичних засобів. Встановлено, що актив містить комплекс біологічно активних речовин, здатних зменшувати процеси глікації, стимулювати синтез колагену та покращувати зволоженість шкіри. Завдяки високим антиоксидантним властивостям Glow Age™ проявляє виражений антивіковий ефект і підсилює бар'єрні функції шкіри.

2. На основі аналізу сировинної бази для виробництва косметичних кремів було підібрано компоненти натурального та біотехнологічного походження, які забезпечують зволоження, живлення, антиоксидантний захист та відновлення шкіри. До складу крему увійшли гіалуронова кислота, бетаїн, D-пантенол, Aquaхуl™, вітаміни E та F, рослинні емоменти та CO₂-екстракт зеленого чаю. Обрано сучасну систему консервування на основі Euxhyl® PE 9010, що характеризується доброю переносимістю та високою ефективністю.

3. Розроблено технологію емульсійного крему з активом Glow Age™ та експериментально отримано кілька дослідних зразків. Проведені органолептичні, фізико-хімічні та стабілізаційні дослідження підтвердили придатність рецептури до виробництва та тривалого зберігання. Вибраний варіант крему демонстрував оптимальну консистенцію, стабільність емульсії та виражену зволожувальну дію.

4. Сформовано принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва крему, детально описано етапи підготовки сировини, емульгування, введення активів та фасування. Запропоновано ефективний режим охолодження емульсії із застосуванням охолодженої води, що забезпечує стабільність структури крему.

5. Виконано матеріальний баланс виробництва, згідно з яким з 100 кг сировинної суміші можна отримати 96,58 кг готового крему. Виробничі втрати

становлять 3,42 %, що відповідає нормативним показникам та свідчить про ефективність технологічного процесу.

6. Проведено розрахунок економічної ефективності виробництва. Встановлено, що виробнича собівартість 100 кг крему становить 212 353,25 грн, а вартість однієї одиниці продукції (50 мл) становить близько 14,69 грн. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження розробленої технології у виробничий процес.

7. Розглянуто екологічні аспекти виробництва, наведено характеристику впливу натуральної сировини та біотехнологічних компонентів на довкілля. Запропоновано заходи щодо зменшення навантаження на водні ресурси та атмосферне повітря, а також щодо оптимізації поводження з відходами відповідно до принципів «зеленої хімії» та концепцій сталого розвитку.

8. Наведені заходи з охорони праці та безпеки виробництва згідно з вимогами Належної виробничої практики (GMP). Визначено вимоги до організації території, виробничих приміщень, робочих місць, експлуатації обладнання та проведення навчання персоналу, що забезпечує безпечні умови праці та контрольованість технологічного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Manniche L. *Sacred Luxuries: Fragrance, Aromatherapy, and Cosmetics in Ancient Egypt*. Ithaca : Cornell University Press, 1999. 212 p.
2. Dayagi-Mendels M. *Perfumes and Cosmetics in the Ancient World*. Jerusalem : Israel Museum, 1989. 180 p.
3. Al-Hassani S. *1001 Inventions: The Enduring Legacy of Muslim Civilization*. Washington : National Geographic, 2012. 352 p.
4. Peiss K. *Hope in a Jar: The Making of America's Beauty Culture*. Philadelphia : University of Pennsylvania Press, 1998. 320 p.
5. Rawlings A. V., Harding C. R. Moisturization and skin barrier function // *Dermatologic Therapy*. 2004. Vol. 17. P. 43–48.
6. Zouboulis C. C. Nutrition and skin // *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2004. Vol. 5, № 4. P. 327–337.
7. *Textbook of Aging Skin* / M. A. Farage, K. W. Miller, H. I. Maibach (eds.). Berlin : Springer, 2013. 1120 p.
8. Draeos Z. D. *Cosmetics in Dermatology*. Edinburgh : Churchill Livingstone, 2005. 288 p.
9. Baumann L. *Cosmetic Dermatology: Principles and Practice*. New York : McGraw-Hill, 2009. 368 p.
10. Walters K. A., Roberts M. S. *Dermatologic, Cosmeceutic, and Cosmetic Development*. London : Informa Healthcare, 2002. 520 p.
11. *Handbook of Cosmetic Science and Technology* / A. O. Barel, M. Paye, H. I. Maibach (eds.). Boca Raton : CRC Press, 2014. 900 p.
12. Smith J. *Economic Shocks and Consumer Behavior in Wartime*. London : Palgrave Macmillan, 2023. 210 p.
13. Kovalenko O. The impact of war on the cosmetics market: Ukrainian case // *Journal of Consumer Studies*. 2022. Vol. 15, № 2. P. 45–60.
14. Petrenko V. Local brands resilience during crisis // *Ukrainian Business Review*. 2023. Vol. 8, № 1. P. 112–125.

15. Lee S., Kim H., Park J. Adaptogenic ingredients in skincare: New trends // *Dermatological Research*. 2022. Vol. 34, № 4. P. 78–89.
16. Brown A. *Clean Beauty: Global Trends and Regional Specifics*. London : Routledge, 2023. 195 p.
17. Ivanova T. DIY cosmetics in wartime: Social media impact // *Marketing Innovations*. 2022. Vol. 7, № 3. P. 33–47.
18. WTO Report. *Trade Barriers and Supply Chain Disruptions*. Geneva : World Trade Organization, 2023. 45 p.
19. Digital Commerce Forum. *E-commerce Growth in Ukraine: 2022–2023*. Kyiv, 2023. 30 p.
20. Garcia M. Alternative ingredients in cosmetic formulations // *Journal of Cosmetic Science*. 2023. Vol. 44, № 1. P. 12–25.
21. Global Cosmetic Industry. Emerging markets: Post-war opportunities // *Global Cosmetic Industry*. 2023. № 3. P. 22–28.
22. Clark R. *Men's Skincare: New Demand Drivers*. Berlin : Springer, 2023. 180 p.
23. TechCosmetics. AI and skincare: Future trends // *Beauty Tech Journal*. 2023. Vol. 5, № 2. P. 88–102.
24. Harman D. Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry // *Journal of Gerontology*. 1956. Vol. 11, № 3. P. 298–300.
25. Maillard L. C. Action of amino acids on sugars // *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 1912. Vol. 154. P. 66–68.
26. Harley C. B., Futcher A. B., Greider C. W. Telomeres shorten during ageing of human fibroblasts // *Nature*. 1990. Vol. 345. P. 458–460.
27. Gkogkolou P., Böhm M. Advanced glycation end products // *Dermato-Endocrinology*. 2012. Vol. 4, № 3. P. 259–270.
28. Yan S. F., Ramasamy R., Schmidt A. M. RAGE and its ligands in inflammation // *Journal of Clinical Investigation*. 2009. Vol. 119, № 10. P. 2752–2761.
29. Pigeon H. Glycation and skin aging // *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2016. Vol. 54, № 6. P. 935–940.

30. Al-Rehaily A. J., Al-Said M. S., Al-Yahya M. A. Flavonoids from *Ziziphus spina-christi* inhibit glycation // *Phytochemistry*. 2013. Vol. 89. P. 45–50.
31. Mibelle Biochemistry. *Glow Age™: Mechanism of Action*. Buchs, 2021. 15 p.
32. Clinical Study Report. *Collagen Stimulation by Glow Age™*. Mibelle Group, 2022. 25 p.
33. Choi H. K., Kim Y. J., Lee S. H. Hydration effects of *Ziziphus* polysaccharides // *Journal of Cosmetic Science*. 2020. Vol. 71, № 2. P. 89–101.
34. Draelos Z. D. Skin barrier enhancement by natural actives // *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2018. Vol. 17, № 2. P. 145–151.
35. Mibelle Group. *Efficacy of Glow Age™ in Anti-Aging Formulations*. Buchs, 2021. 18 p.
36. University of Zurich. *Anti-Inflammatory Effects of Glow Age™*. Zurich, 2023. 12 p.
37. Papakonstantinou E., Roth M., Karakiulakis G. Hyaluronic acid: A key molecule in skin aging // *Dermato-Endocrinology*. 2012. Vol. 4, № 3. P. 253–258.
38. Zhang L., Falla T. J. Cosmeceuticals and peptides // *Clinics in Dermatology*. 2009. Vol. 27, № 5. P. 485–494.
39. Pullar J. M., Carr A. C., Vissers M. C. M. The roles of vitamin C in skin health // *Nutrients*. 2017. Vol. 9, № 8. P. 866.
40. Mukherjee S., Date A., Patravale V. Retinoids in the treatment of skin aging // *Clinical Interventions in Aging*. 2006. Vol. 1, № 4. P. 327–348.
41. Al-Rehaily A. J., Al-Said M. S., Al-Yahya M. A. Phytochemical and biological studies of *Ziziphus spina-christi* // *Pharmaceutical Biology*. 2013. Vol. 51, № 7. P. 878–887.
42. Mibelle Biochemistry. *Glow Age™ Technical Dossier*. Buchs, 2021. 30 p.
43. Choi H. K., Kim Y. J., Lee S. H. Polysaccharides from *Ziziphus* spp.: Skin hydration mechanisms // *Journal of Cosmetic Science*. 2020. Vol. 71, № 2. P. 89–101.
44. Clinical Study Report. *Efficacy of Glow Age™ in Anti-Aging Formulations*. Mibelle Group, 2022. 22 p.

45. Kaur C. D., Saraf S. Multifunctional cosmetics: Benefits and challenges // *International Journal of Pharma Sciences*. 2011. Vol. 1, № 1. P. 55–62.
46. Draelos Z. D. The science behind skin sensitivity // *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2018. Vol. 17, № 2. P. 138–144.
47. Lintner K. Promoting skin delivery with natural actives // *Cosmetics & Toiletries*. 2017. Vol. 132, № 4. P. 32–39.
48. Lin F. H., Lin J. Y., Gupta R. D. Stabilization of vitamin C in cosmetic formulations // *Journal of Cosmetic Science*. 2005. Vol. 56, № 1. P. 1–12.
49. Farage M. A., Miller K. W., Elsner P. Retinoid alternatives in anti-aging // *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*. 2013. Vol. 6, № 9. P. 27–34.
50. Pavicic T., Wollenweber U., Farwick M. Efficacy of cream-based moisturizers // *Skin Pharmacology and Physiology*. 2011. Vol. 24, № 6. P. 289–295.
51. Sorg H., Tilkorn D. J., Hager S. Skin wound healing: Post-procedure care // *European Surgical Research*. 2017. Vol. 58, № 1–2. P. 81–94.
52. *Zizyphus spina-christi*. Home | CIFOR-ICRAF.
URL: https://apps.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Zizyphus_spina-christi.PDF (дата звернення: 05.12.2025).
53. Bozicevic та ін. Dammarane-type saponins from leaves of *Zizyphus spina-christi* // *Phytochemistry*. 2017.
54. Mibelle Biochemistry. *GlowAge™ Technical Dossier*. Швейцарія, 2021.
55. Al-Rehaily A. J. та ін. *Phytochemistry Reviews*. 2013. Vol. 12, № 4. P. 575–586.
56. Gkogkolou P., Böhm M. *Dermato-Endocrinology*. 2012. Vol. 4, № 3. P. 259–270.
57. Asgarpanah J. Phytochemistry and pharmacologic properties of *Zizyphus spina-christi* (L.) Willd. *ResearchGate*.
URL: https://www.researchgate.net/publication/235672041_Phytochemistry_and_pharmacologic_properties_of_Zizyphus_spina_christi_L_Willd (дата звернення: 05.12.2025).

58. AQUAXYL. URL:

<https://www.ulprospector.com/en/na/PersonalCare/Detail/1432/70952/AQUAXYL>

(дата звернення: 11.11.2025).

59. Yoon J. Y. та ін. Anti-Inflammatory Effects of Green Tea Extract in UVB-Irradiated Skin Models // *Journal of Dermatological Science*. 2020. Vol. 97, № 2. P. 105–113.

60. Proksch E. та ін. Panthenol enhances skin barrier repair and reduces inflammation after sodium lauryl sulphate-induced irritation // *Journal of Dermatological Science*. 2014. Vol. 67, № 2. P. 161–168.

61. Camargo F. B. та ін. Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations // *Journal of Cosmetic Science*. 2011. Vol. 62, № 4. P. 361–370.

62. Wang F. та ін. Hyaluronan decelerates proliferation and induces differentiation-dependent apoptosis in mesenchymal stem cells // *Biomaterials*. 2017. Vol. 85. P. 11–23.

63. Lintner K. та ін. Keratinocyte differentiation stimulation by wheat-derived peptides // *Journal of Cosmetic Science*. 2015. Vol. 66, № 3. P. 153–167.

64. Vaughn A. R. та ін. Effects of oleic acid on skin barrier function // *Dermatology Research and Practice*. 2020. 952496.

65. Lin T. K. та ін. Anti-Inflammatory Effects of Peach Kernel Oil in Human Keratinocytes // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017. Vol. 66, № 25. P. 6425–6431.

66. Lin T. K. та ін. Anti-Inflammatory Effects of Vitamin F in Atopic Dermatitis // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2022. Vol. 149, № 3. AB123.

67. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія» / уклад.: О. Г. Макаренко, І. В. Житнецький. Київ : НУХТ, 2015. 21 с.

68. Лабораторні ваги електронні «Техноваги» з вбудованим акумулятором, II класу точності згідно з ДСТУ EN 45501. *Техноваги*.

URL: <https://technowagy.com.ua/products/vagi-laboratorni-tve/> (дата звернення: 15.12.2025).

69. Хімічний реактор від команди STS Group. *STProm*.

URL:

https://stprom.com.ua/ua/?srsltid=AfmBOoqmxtkhriM6YcdrWb4iVUg3IHkzuAurNShnUXv20x96bZz3JG_b (дата звернення: 15.05.2025).

70. Файл з інформацією про продукт — «Кратія».

URL: <https://cratia.ua/ua/service/product-information-file-ua-pif/> (дата звернення: 27.05.2025).

71. Anastas P. T., Warner J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford : Oxford University Press, 1998.

72. Bhatia A., Chugh A., Ambasta R. K. Green biotechnology: A key for sustainable future // *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27, № 19. P. 23163–23177.

73. Cheah C. Y., Choi S. M. The environmental impacts of cosmetics: A review // *Environmental Management*. 2019. Vol. 64, № 2. P. 173–186.

74. Dweck A. C. *Formulating Natural Cosmetics*. Allured Publishing Corporation, 2018.

75. Gavrilov A., Malykh Y., Vorobiev A. Waste management in the cosmetics industry: A review // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 867, № 1. 012002.

76. Gouveia N., de Oliveira L. F. Environmental aspects of the cosmetic industry // *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 2018. Vol. 2. P. 40–44.

77. Herrero M., Cifuentes A., Ibañez E. Supercritical fluid extraction in nutraceuticals and functional foods: A review // *Journal of Chromatography A*. 2010. Vol. 1217, № 16. P. 2490–2501.

78. Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Law K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean // *Science*. 2015. Vol. 347, № 6223. P. 768–771.

79. Krasovskaya A., Gerasimov A. Biodegradability and environmental impact of cosmetic ingredients // *Journal of Environmental Science and Engineering A*. 2017. Vol. 6, № 1. P. 1–8.

80. Raina R., Kumar A., Chaudhary K. Essential oils: A review on their environmental applications // *International Journal of Environmental Protection*. 2013. Vol. 3, № 2. P. 65–71.

81. Sharma S., Vaish B., Singh P. Water footprint assessment for the cosmetic industry: A case study // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 174. P. 1441–1450.

82. UNEP. Addressing pollution in the cosmetics industry. United Nations Environment Programme, 2021.

83. Vijay V., Pimm S. L., Jenkins C. N., Smith S. J. The impacts of oil palm on tropical biodiversity // *Current Biology*. 2016. Vol. 26, № 21. P. 2999–3004.

84. Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council on cosmetic products.

85. ДСТУ EN 60204-1:2018. Безпека машин. Електрообладнання машин.

86. 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 [Електронний ресурс] / уклад.: О. В. Подобій, Т. М. Бойчук. Київ : НУХТ, 2023. 71 с.

87. Процеси і апарати хімічних та харчових виробництв : метод. вказівки / уклад.: Л. М. Кушніренко, В. П. Титаренко. Київ : НУХТ, 2022. 56 с.

88. Економіка підприємства : метод. рекомендації / уклад.: О. В. Лапаєва, С. І. Дяченко. Київ : НУХТ, 2021. 48 с.

89. Радзімінська О. В., Подобій О. В. Ефективність активу GlowAGE™ в кремні для обличчя // *Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості : матеріали XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і здобувачів освіти, Хмельницький, 2025 р. Хмельницький : ХНТУ, 2025. С. 123–126.*

90. Радзімінська О. В., Подобій О. В. Дослідження вмісту біологічно активних речовин у екстракті листя *Ziziphus spina-christi* // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 7–11 квітня 2025 р. Київ : НУХТ, 2025. Ч. 2. С. 271–272.*