

**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)

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«\_\_» грудня 2025р.

«\_\_» 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 лінійки косметичних засобів для обличчя з ніацинамідом.

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу, групи ХТ-2-15М

ЛІЩЕНКО Сергій Сергійович

(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник ФЕСИЧ Ігор Володимирович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(підпис)

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

(підпис)

Діна НАУМОВА  
(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) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) \_\_\_\_\_

(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

Ліщенко Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка лінійки косметичних засобів для обличчя з ніацинамідом.

керівник роботи Фесич Ігор Володимирович, к.х.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 10.10.2025 № 833-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025

3. Вихідні дані до роботи: Косметична пінка для вмивання з ніацинамідом, крем для обличчя з ніацинамідом, ароматична композиція FLORA, ніацинамід (вітамін В3), обсяг виробництва — 100 кг, форма випуску — косметичні засоби для догляду за шкірою обличчя, концентрація ніацинаміду — 5 мас. %, тип виробництва — періодичний, кількість компонентів у рецептурах — 9, одиниці вимірювання — кг та масові відсотки, очікуваний вихід готової продукції — не менше 99,5 %, пакування — флакони з пінним дозатором 150 мл.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист1.Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист2.Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Л	Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдан ня прийма в

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 06 жовтня \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	06.10.2025	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	07.10.2025- 09.10.2025	
3	РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.10.2025- 14.10.2025	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	14.10.2025- 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- 30.11.2025	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ	01.12.2025- 09.12.2025	

**Здобувач**  
(підпис)

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Сергій ЛІЩЕНКО**

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Ігор ФЕСИЧ**

\_\_\_\_\_ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

### Ліщенко С. С. «Розробка лінійки косметичних засобів для обличчя з ніацинамідом»

Пояснювальна записка: 129 С., 31 рис., 43 табл., 54 літературних джерел.  
Графічний матеріал: 2 креслень формату А-1.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці, науковому та технологічному обґрунтуванню косметичної лінійки для догляду за шкірою обличчя, що включає очищувальну пінку та ламелярний крем, створені з використанням функціональних косметичних добавок власної розробки та синтезу.

У межах роботи розроблено два косметичні продукти — очищувальну пінку та ламелярний крем для обличчя, а також дві функціональні косметичні добавки, які були створені спеціально для даної лінійки: ніацинамід та ароматичну композицію FLORA.

Принциповою особливістю роботи є те, що функціональні добавки не були використані як готові комерційні інгредієнти, а розроблені та адаптовані автором під конкретні косметичні системи.

Синтез ніацинаміду здійснено у водному середовищі шляхом активації карбоксильної групи нікотинової кислоти з використанням EDC.

Реакцію проводили при температурі 25 °С, тривалості 6 годин та молярному співвідношенні реагентів 1 : 1,1, що дозволило отримати цільовий продукт із виходом близько 90 %.

Синтезований ніацинамід введено до складу очищувальної пінки та ламелярного крему у концентрації 5,0 мас. %, що відповідає сучасним вимогам дерматокосметики.

Ароматичну композицію FLORA розроблено як функціональну квіткову віддушку, стабільну в косметичних системах.

Вміст композиції у рецептурах становить 0,1 мас. %, що забезпечує виражений ароматичний профіль без негативного впливу на стабільність та переносимість продуктів.

Фізико-хімічні показники готових косметичних засобів знаходилися в межах нормативних значень: рН очищувальної пінки та крему після корекції становив 5,3–5,6.

Оцінка споживчих властивостей ламелярного крему протягом 28 діб показала відсутність подразнень або алергічних реакцій (0 випадків), високий

рівень суб'єктивного задоволення користувачів (понад 90 %) та 100 % готовність продовжити використання продукту.

У роботі розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва косметичної лінійки, виконано матеріальний баланс на 100 кг готової продукції та здійснено економічний розрахунок, що підтверджує можливість та доцільність промислового впровадження розроблених косметичних засобів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** НІАЦИНАМІД, ВІТАМІН В3, КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ПІНКА ДЛЯ ВМИВАННЯ, КРЕМ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ.

## ABSTRACT

**Lishchenko S. S. “ Development of a line of cosmetic products for people with niacinamide”**

Explanatory note: 129 p., 31 fig., 43 tab., 54 literature sources.

Graphic material: 2 drawings of A-1 format.

The qualification thesis is devoted to the development, scientific and technological substantiation of a facial skincare cosmetic line consisting of a cleansing foam and a lamellar face cream, formulated using functional cosmetic additives of the author's own development and synthesis.

Within the scope of the study, two cosmetic products were developed — a facial cleansing foam and a lamellar cream — along with two functional cosmetic additives specifically designed for the developed cosmetic line: niacinamide and a proprietary fragrance composition FLORA.

A distinctive feature of the work is that the functional additives were not selected from commercially available ingredients, but were developed and adapted by the author for targeted cosmetic applications.

Niacinamide was synthesized in an aqueous medium via activation of nicotinic acid using EDC as a coupling agent.

The reaction was carried out at 25 °C for 6 hours with a molar ratio of reactants of 1 : 1. 1, resulting in a product yield of approximately 90 %.

The synthesized niacinamide was incorporated into both cosmetic formulations at a concentration of 5.0 wt.%.

The fragrance composition FLORA was developed as a functional floral fragrance stable in cosmetic systems and was incorporated at a concentration of 0.1 wt.%, providing aromatic stability without adverse effects on product tolerance.

Physicochemical analysis showed that the pH of the finished products ranged from 5.3 to 5.6.

Consumer evaluation of the lamellar cream over a 28-day application period revealed no adverse reactions (0 cases), a user satisfaction level exceeding 90 %, and 100 % willingness to continue product use.

Process flow diagrams, material balance calculations for 100 kg batches, and economic assessments confirm the feasibility of industrial-scale production of the developed cosmetic line.

**KEYWORDS: NIACINAMIDE, VITAMIN B3, COSMETIC PRODUCTS, FACIAL CLEANSING FOAM, FACIAL CREAM, TECHNOLOGY, QUALITY CONTROL.**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. .	12
1.1 Функціональна добавка — FLORA.....	12
1.2 Активна добавка — ніацинамід.....	16
1.3 Косметичний продукт – пінка для обличчя .....	22
1.4 Косметичний продукт – крем для обличчя.....	23
РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
2.1 ВЗ: контроль якості.....	29
2.2 FLORA: контроль якості .....	35
2.3 Пінка: контроль якості.....	37
2.4 Крем: контроль якості.....	52
РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	63
3.1 Синтез ніацинаміду.....	63
3.2 Розробка віддушки FLORA.....	65
3.3 Розробка безсульфатної пінки.....	71
3.4 Розробка ламелярного крему.....	77
РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	83
4.1 Принципово-технологічна схема виробництва пінки.....	83
4.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва пінки.....	86
4.3 Підбір та опис обладнання.....	90
4.4 Матеріальний баланс.....	93
РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	96
5.1 Економіка синтезу 100 г ніацинаміду.....	96
5.2 Економіка виробництва 100 кг віддушки .....	96
5.3 Економіка виробництва 100 кг пінки.....	98
5.4 Економіка виробництва 100 кг крему.....	99
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	100
6.1 Ніацинамід.....	100
6.2 Ароматична композиція.....	100
6.3 Косметичні засоби.....	102
РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ.....	103
7.1 Ароматична композиція.....	103
7.2 Безсульфатна пінка.....	104
7.3 Ламелярний крем.....	106
ВИСНОВКИ.....	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	110
ДОДАТКИ	

Додаток А Принципово-технологічна схема виробництва віддушки.....	113
Додаток Б Апаратурно-технологічна схема виробництва віддушки.....	116
Додаток В Сертифікат аналізу віддушки.....	118
Додаток Г Принципово-технологічна схема виробництва крему.....	119
Додаток Д Апаратурно-технологічна схема виробництва крему.....	121

## ВСТУП

Сучасна косметична промисловість характеризується переходом від використання традиційних композицій на основі рослинних екстрактів і масел до створення функціональних дерматокосметичних засобів з контрольованим складом та прогнозованою дією.

У професійній косметології концентрація активних компонентів у сучасних продуктах зазвичай становить 2–5%, а оптимальні значення рН знаходяться в межах 4,5–6,0, що відповідає фізіологічним параметрам шкіри.

Одним із найбільш поширених і науково обґрунтованих активних компонентів є ніацинамід — водорозчинна форма вітаміну В3, яка широко застосовується у концентраціях до 5 %.

Ефективність ніацинамиду у складі косметичних засобів залежить не лише від концентрації, але й від чистоти речовини, способу її одержання та адаптації до конкретної косметичної системи.

Особливістю даної кваліфікаційної роботи є реалізація інтегрованого науково-технологічного підходу, за якого спочатку здійснюється розробка та синтез функціональних косметичних добавок, а вже потім — створення готових косметичних продуктів на їх основі.

У межах роботи розроблено дві добавки — ніацинамід та ароматичну композицію FLORA, після чого на їх основі створено очищувальну пінку та ламелярний крем.

Розробка косметичних продуктів проводилась з урахуванням технологічних параметрів виробництва, включаючи температурні режими, тривалість процесів, швидкість перемішування та концентрації компонентів.

Синтез ніацинамиду здійснювали при температурі 25°C та тривалості процесу 6 годин, що дозволило забезпечити вихід продукту на рівні  $\approx 90\%$ . Введення ніацинамиду у косметичні системи у концентрації 5,0% дозволило досягти стабільності та відповідності фізіологічним вимогам.

Ароматичну композицію FLORA було розроблено як стабільну квіткову віддушку з урахуванням сумісності з поверхнево-активними речовинами та емульсійними системами.

Концентрація віддушки у складі продуктів становила 0,1 %, що є оптимальним значенням з точки зору споживчих властивостей та безпечності.

Таким чином, актуальність даної роботи полягає у створенні не окремого косметичного засобу, а цілісної косметичної лінійки, розробленої

на основі функціональних добавок власного синтезу, що забезпечує високий рівень наукової новизни та практичної цінності.

**Об'єкт дослідження:** технологічні процеси створення косметичних засобів для догляду за шкірою обличчя з використанням функціональних активних компонентів.

**Предмет дослідження:** склад, фізико-хімічні властивості, технологічні режими виробництва та показники якості очищувальної пінки і ламелярного крему, виготовлених на основі функціональних косметичних добавок власного синтезу — ніацинамід у та ароматичної композиції FLORA.

**Мета роботи:** розробка та науково-технологічне обґрунтування косметичної лінійки для догляду за шкірою обличчя, що включає синтез функціональних косметичних добавок та створення готових косметичних продуктів на їх основі з підтвердженням якості, безпечності та економічної доцільності.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання:

- проаналізувати сучасні наукові та технологічні підходи до створення дерматокосметичних засобів з концентрацією активів 2–5 %;
- розробити методику синтезу ніацинамід у водному середовищі з виходом близько 90 %;
- створити ароматичну композицію FLORA, адаптовану до косметичних систем;
- розробити рецептури очищувальної пінки та ламелярного крему з вмістом ніацинамід у 5,0 % та віддушки 0,1 %;
- обґрунтувати технологічні режими виробництва косметичних продуктів;
- провести оцінку фізико-хімічних показників (рН 5,3–5,6, стабільність, органолептика);
- виконати матеріальний баланс на 100 кг продукції та економічний розрахунок виробництва.

**Методи дослідження:** у процесі виконання роботи використано комплекс хімічних, фізико-хімічних, технологічних та розрахункових методів дослідження.

Фізико-хімічні та органолептичні дослідження розроблених косметичних засобів та добавок проводилися в лабораторіях КФФ ГРУПП, що забезпечували оцінку якості та стабільності продукції.

Синтез ніацинамід у проводили у водному середовищі при температурі 25 °С та тривалості 6 годин із застосуванням EDC як активатора.

Контроль перебігу процесу здійснювали шляхом аналізу виходу продукту ( $\approx 90$  %) та його придатності до подальшого використання у косметичних системах.

Для готових косметичних продуктів застосовано методи визначення рН, стабільності емульсійних та пінних систем, органолептичної оцінки, а також споживчої апробації протягом 28 діб.

Економічну ефективність оцінювали шляхом розрахунку матеріального балансу та собівартості продукції.

**Наукова новизна роботи:** полягає у реалізації інтегрованого підходу, за якого в межах однієї кваліфікаційної роботи послідовно здійснено:

- розробку та синтез функціональних косметичних добавок (ніацинамід, ароматична композиція FLORA);
- адаптацію синтезованих добавок до конкретних косметичних систем;
- створення готових косметичних продуктів на їх основі.

Продемонстровано можливість поєднання хімічного синтезу активних речовин із повним циклом розробки косметичної лінійки, включаючи технологію виробництва, контроль якості та економічну оцінку.

**Практична цінність роботи:** полягає у можливості використання розроблених функціональних косметичних добавок, рецептур та технологічних схем у реальних умовах косметичного виробництва.

Синтезований ніацинамід з виходом  $\approx 90$  % та ароматична композиція FLORA можуть бути використані для створення косметичних продуктів із прогнозованими властивостями.

Розроблені очищувальна пінка та ламелярний крем з вмістом активів 5,0 % і віддушки 0,1 % характеризуються стабільністю, фізіологічно прийнятним рН (5,3–5,6) та високими споживчими показниками.

Отримані результати можуть бути використані у навчальному процесі, науково-дослідній роботі та у косметичній промисловості при розробці функціональних дерматокосметичних засобів.

**Апробація.** Сергій Ліщенко, Олена Подобій. Матеріали 91-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 7–11 квітня 2025 р. – Київ: НУХТ, 2025. – Ч.2. – 442 с. Ніацинамід у професійному догляді за шкірою обличчя с. 273-274.

# РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Функціональна добавка — FLORA

### Аромат:

Аромат – це запахова характеристика речовини або композиції, яка сприймається нюховими рецепторами людини.

Він формується завдяки випаровуванню летких сполук і їх взаємодії з рецепторами в носі.

Групи запахів у парфумерії:

У парфумерії виділяють основні групи ароматів, що використовуються для класифікації віддушок та парфумерних композицій:

- Квіткові – троянда, жасмин, фіалка, ірис, лілія.
- Цитрусові – лимон, апельсин, бергамот, грейпфрут.
- Фруктові – персик, яблуко, чорна смородина.
- Зелені – свіжоскошена трава, листя, огірок.
- Деревні – сандал, кедр, пачулі, ветивер.
- Східні (амброві, гурманські) – ваніль, тонка-боби, бензоїн.
- Пряні – кориця, гвоздика, кардамон, мускатний горіх.
- Шкіряні – тютюн, березовий дьоготь, деревний дим.
- Фужерні – лаванда, мох, деревні ноти (чоловічі композиції).
- Океанічні (акватичні) – морська сіль, водорості, прохолода.

### Ароматичні речовини:

Ароматичні речовини – це хімічні сполуки, що мають характерний запах. Вони можуть бути природного або синтетичного походження і входять до складу парфумерних композицій, віддушок, ефірних олій.

Ароматичні речовини поділяють на кілька категорій залежно від їх хімічної структури та запахових властивостей:

- Терпени та терпенові спирти – ліналоол, гераніол, цитронеллол,  $\alpha$ -терпінеол (квіткові, цитрусові ноти).
- Альдегіди – гексилциннамальдегід, цитраль, бензальдегід (зелені, фруктові, свіжі ноти).
- Кетони – ментон, жасмон (солодкі, квіткові, деревні ноти).
- Естери – бензил ацетат, лаванди ацетат (солодкі, фруктові, квіткові).
- Лактони – кумарин, дельталактони (молочні, кокосові, ванільні, пудрові).
- Феноли – евгенол, тимол (пряні, гвоздичні, деревні).

- Мускусні сполуки – мускон, галаксолід (теплі, м'які, амброві).
- Амінові сполуки – індол, скатол (жасминові, анімалістичні, землісті).

### **Ароматична композиція:**

Ароматична композиція – це суміш ароматичних речовин, яка надає косметичним, побутовим, парфумерним або харчовим продуктам бажаний запах.

Вона може бути концентрованою базою (без розчинників) або готовою віддушкою (розчиненою у розчиннику для зручності використання).

Концентрована база – це складна суміш ароматичних речовин без розчинника, яка є основою для створення віддушок або парфумерних продуктів.

Такі бази використовуються у виробництві віддушок для косметики, мила, свічок тощо.

Структура ароматичної композиції:

Кожна ароматична композиція, незалежно від її призначення (парфуми, косметична віддушка, ароматизація побутової хімії), має чітку архітектуру, яка складається з трьох основних рівнів:

- Верхні ноти – це перше враження аромату.

Вони швидко випаровуються, формуючи початковий акорд, що захоплює увагу.

У віддушці FLORA такими нотами є цитронеллол, ліналоол та гексилціннамальдегід, які надають композиції свіжості та легкості.

- Серцеві ноти – це головний акорд аромату, який визначає його характер і сприйняття.

У FLORA вони представлені фенілетилловим спиртом, гераніолом, бензил ацетатом та індролом, що створюють розкішний квітковий букет із трояндовими та жасминовими відтінками.

- Базові ноти – це основа композиції, що забезпечує її стійкість та глибину.

У FLORA такими нотами є амброксид, мускон та сандалове дерево, які закріплюють аромат на поверхні шкіри або косметичного продукту.

### **Хімія ароматів:**

Процес виробництва віддушки включає:

- Попередню підготовку сировини (контроль якості, перевірку фізико-хімічних параметрів).
- Розчинення або нагрівання високов'язких інгредієнтів
- Змішування в реакторі під контролем температури та швидкості

обертання мішалки.

- Фільтрацію та стабілізацію перед фасуванням.
- Для створення гармонійної віддушки треба враховувати:
- Фізико-хімічні параметри сировини (густина, заломлення, леткість, температура випаровування);
- Сумісність компонентів (синергія або антагонізм між речовинами);
- Вплив аромату на кінцевий продукт (стабільність у кремах, емульсіях, мийних засобах).

Аромат, який формується при змішуванні різних ароматичних речовин, зумовлений кількома фізико-хімічними процесами, які включають:

- Взаємодія молекул (синергія або антагонізм)

Коли різні ароматичні речовини змішуються, їх молекули взаємодіють на молекулярному рівні.

Це може проявлятися в двох основних ефектах:

- Синергія - це явище, коли аромат суміші є сильнішим або більш виразним, ніж кожен окремий компонент.

Молекули можуть підсилювати властивості одна одної, створюючи більш складний і гармонійний аромат.

Наприклад, добавлення базових ароматичних молекул (як мускус або амбра) може підсилювати верхні квіткові ноти.

- Антагонізм - коли один компонент пригнічує або змінює аромат іншого компонента.

Це може статися через хімічні або фізичні взаємодії між молекулами, що зменшує виразність певних нот:

- Волатильність (летючість) молекул

Ароматні молекули мають різний рівень летючості, що визначає, як вони випаровуються при певних умовах.

Верхні ноти аромату (як цитрусові або фруктові) складаються з молекул, які мають високу летючість, тому вони швидко випаровуються, коли їх змішують з іншими ароматичними компонентами.

Базові ноти (наприклад, деревні або пряні) мають низьку летючість і залишаються в продукті довше, створюючи стійкий аромат.

Молекули з високою летючістю (наприклад, альдегіди або ефірні олії) дають ароматні ноти, що швидко сприймаються носом і створюють перше враження аромату.

Молекули з низькою летючістю (наприклад, мускусні або бальзамічні ноти) закріплюють аромат, забезпечуючи його стійкість та

глибину.

- Хімічні реакції

Деякі ароматичні молекули можуть реагувати одна з одною, утворюючи нові сполуки, які мають свої власні запахи.

Це може бути результатом:

Естерифікація - коли спирти реагують з кислотами, утворюючи естери, які часто мають приємний запах.

Наприклад, змішування етанолу з оцтовою кислотою може дати оцтовий ефір, що має солодку квіткову ноту.

Окиснення - деякі ароматичні молекули можуть окислюватися, змінюючи свій запах.

Наприклад, окиснення терпенів може змінити їх свіжий цитрусовий запах на більш гіркий або деревний.

- Інтермолекулярні взаємодії

Молекули ароматичних речовин можуть взаємодіяти між собою через такі сили, як:

Водневі зв'язки – деякі молекули ароматичних компонентів можуть утворювати водневі зв'язки, що впливає на їхній запах.

Наприклад, водневі зв'язки можуть посилювати чи змінювати запах у водорозчинних ароматичних молекулах.

Диполь-дипольні взаємодії - молекули, які мають дипольний момент, можуть взаємодіяти між собою, впливаючи на сумарний аромат.

- Молекулярна стереохімія

Молекули ароматичних речовин можуть бути стереоізомерами, тобто існувати у різних просторових формах, які можуть мати різний запах.

Це явище має велике значення в ароматургії, де навіть маленькі зміни в молекулярній структурі можуть значно змінювати сприйняття аромату.

- Зміна фізичних властивостей суміші

Температура впливає на швидкість випаровування молекул, що може змінювати сприйняття аромату.

Змішування ароматичних молекул може змінювати температурні характеристики суміші, що в свою чергу змінює швидкість її випаровування і характер сприйняття аромату.

Розчинність у розчинниках: деякі ароматичні молекули можуть бути більше або менше розчинні в різних розчинниках (як вода чи спирт), що також впливає на вираженість і склад аромату.

Загальна фізико-хімічна основа аромату:

- Молекули ароматичних речовин взаємодіють між собою і з іншими компонентами (сольвентами, загусниками), створюючи нові комбінації запахів.
- Летючість молекул визначає, які ноти будуть переважати в ароматі (верхні чи базові).
- Хімічні реакції, такі як естерифікація чи окиснення, можуть змінювати або посилювати ароматні властивості.
- Стереохімія і молекулярна структура молекул також відіграють важливу роль у кінцевому ароматі.

Таким чином, аромат є результатом складних фізико-хімічних процесів, що відбуваються при змішуванні ароматичних молекул, їх випаровуванні, реакціях, а також інtermолекулярних взаємодіях, що створюють унікальну ароматну композицію.

## 1.2. Активна добавка — ніацинамід

### Нікотинова кислота:

Вітамін В3 був уперше виділений у 1867 році Хуго Вайделем під час вивчення продуктів окиснення нікотину.

Проте лише у 1937 році було доведено його значення для людського здоров'я, коли Конрад Ельвехем ідентифікував ніацин як речовину, здатну вилікувати пелагру — захворювання, викликане дефіцитом вітаміну В3.

Пелагра, яка супроводжується дерматитом, діареєю та деменцією, була значною проблемою у ХХ столітті, доки не було знайдено ефективний спосіб її профілактики за допомогою нікотинової кислоти.

Нікотинова кислота (ніацин або вітамін В3) — це органічна сполука, що є важливою складовою частиною живлення людини, яка бере участь у численних біохімічних процесах, зокрема у метаболізмі енергії.

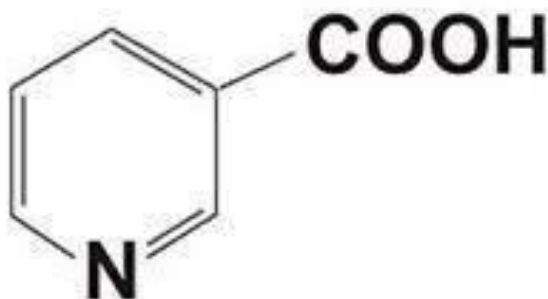


Рисунок 1.1 — Нікотинова кислота

Нікотинова кислота ( $C_6H_5NO_2$ ):

- Основа молекули — піридинове кільце (гетероциклічна структура з шістьма атомами, один з яких є атомом азоту).
- У положенні 3 піридинового кільця міститься карбоксильна група (-COOH).
- Хімічна назва: піридин-3-карбоксильна кислота.
- Нікотинова кислота є слабкою органічною кислотою, що зумовлює її здатність утворювати солі та естери.
- Гідрофільна сполука завдяки наявності карбоксильної групи, яка легко дисоціює у водних розчинах.

Хімічні та фізичні властивості:

- Хімічна формула:  $C_6H_5NO_2$
- Молекулярна маса: 123,11 г/моль
- Морфологія: Кристалічний порошок або безбарвні кристали, без запаху.
- Розчинність: Розчиняється у воді, спиртах і ефірах.
- Точка плавлення: 237°C (деградація при більш високих температурах).
- рН розчину: 3–4 (кислий).

Біологічна роль:

- Вітамін В3: Нікотинова кислота є водорозчинним вітаміном, який бере участь у синтезі коферментів — NAD (нікотинамідаденіндинуклеотид) і NADP (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат), які критично важливі для метаболізму клітин і енергетичних процесів в організмі.
- Здоров'я шкіри та нервової системи: Недостача ніацину може викликати захворювання, відоме як пелагра, яке характеризується діареєю, деменцією, дерматитом.

Застосування у медицині:

- Лікування пелагри (дефіцит вітаміну В3).
- Як частина терапії для зниження рівня холестерину в крові (нікотинова кислота може допомогти підвищити рівень “хорошого” холестерину).
- Застосування у косметиці:
- Використовується для боротьби з пігментацією, акне та віковими змінами шкіри.
- Покращує бар'єрну функцію шкіри, допомагає у відновленні після пошкоджень, зменшує запалення.

Застосування у харчових добавках:

- Додається до вітамінних комплексів для поліпшення здоров'я шкіри, нервової системи та серцево-судинної системи.

Застосування у фармацевтичній промисловості:

- Використовується у виробництві препаратів для покращення кровообігу та серцево-судинної системи.

Вплив на організм:

- **Метаболізм:** Як компонент коферментів NAD і NADP, ніацин бере участь у метаболізмі вуглеводів, жирів та білків.
- **Дія на кровообіг:** Високі дози нікотинової кислоти можуть спричиняти розширення судин (флеш-ефект), що сприяє поліпшенню кровообігу.

Синтез та перетворення:

- Нікотинова кислота може бути синтезована в організмі з амінокислоти триптофану, що міститься в багатьох продуктах харчування, таких як м'ясо, риба, молоко та зернові.
- **Модифікація до ніацинамід:** Нікотинова кислота може бути амідована аміаком, що дозволяє отримати більш стабільну і менш агресивну для організму форму — ніацинамід.

### **Ніацинамід:**

Ніацинамід (нікотинамід) — це форма вітаміну В3 (ніацину), яка є похідним нікотинової кислоти, отриманим шляхом амідування цієї кислоти аміаком.

Ніацинамід є водорозчинним вітаміном, що має численні біологічні функції і знаходить широке застосування в медицині та косметичі завдяки своїм корисним властивостям для шкіри.

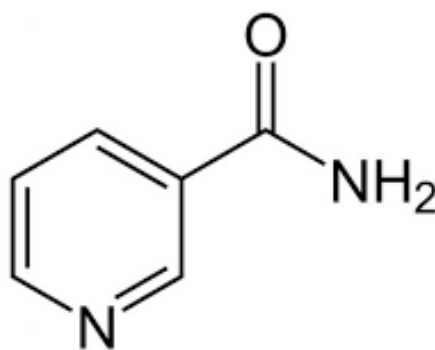


Рисунок 1.2 — Ніацинамід

Ніацинамід (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O):

- Основа молекули — така ж, як і у нікотинової кислоти: піридинове кільце.
- У положенні 3 піридинового кільця замість карбоксильної групи міститься амідна група (-CONH<sub>2</sub>).
- Хімічна назва: піридин-3-карбоксамід.

- Амідна група знижує кислотність молекули та надає їй нейтрального характеру.
- Завдяки амідній групі ніацинамід є менш подразливим для шкіри порівняно з нікотиною кислотою.
- Зберігає гідрофільність через здатність амідної групи утворювати водневі зв'язки.

Хімічні та фізичні властивості:

- Хімічна формула:  $C_6H_6N_2O$
- Молекулярна маса: 122,12 г/моль
- Морфологія: Білі кристали або порошок без запаху.
- Розчинність: Добре розчиняється у воді та етанолі.
- Точка плавлення: 128–130°C.
- рН розчину: Ніацинамід має нейтральний або слабо лужний рН у водному розчині.

Біологічна роль:

Ніацинамід є активною формою вітаміну В3 і відіграє важливу роль в численних біохімічних процесах:

- Коферменти NAD<sup>+</sup> та NADP<sup>+</sup>: Ніацинамід є складовою частиною молекул NAD (нікотинамідаденіндинуклеотид) і NADP (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат), які є критичними для енергетичного обміну клітин. Вони залучені до окисно-відновних реакцій, метаболізму вуглеводів, жирів і білків.
- Здоров'я шкіри: Ніацинамід має антивікові властивості, зменшує запалення та покращує бар'єрну функцію шкіри.
- Протизапальна дія: Він зменшує симптоми акне, розацеа та інших запальних захворювань шкіри.

### **Ніацинамід у косметиці:**

Застосування у косметиці:

- Антивікові засоби: Ніацинамід покращує текстуру шкіри, зменшує зморшки та лінії, знижує пігментацію, освітлює шкіру.
- Лікування акне та розацеа: Ніацинамід зменшує запалення, регулює вироблення себуму і зменшує видимість пор.
- Покращення бар'єрної функції шкіри: Він стимулює синтез керамідів, що підтримують гідrataцію шкіри та її захисні властивості.
- Освітлення шкіри: Ніацинамід використовується для боротьби з темними плямами, пігментацією та нерівним тоном шкіри.

Застосування у медичній практиці:

- Лікування пелагри — дефіциту вітаміну В3.
- Підтримка нормального функціонування нервової системи, здоров'я шкіри, травної системи.

Застосування у харчових добавках:

- Як частина вітамінних комплексів для підтримки здоров'я шкіри, серцево-судинної та нервової системи.

Ніацинамід (нікотинамід) діє на молекулярному рівні завдяки своїй участі в метаболізмі клітин і здатності регулювати важливі біохімічні процеси.

Основні механізми:

- Стимуляція синтезу NAD<sup>+</sup>/NADP<sup>+</sup>: Ніацинамід є попередником цих коферментів, які беруть участь у реакціях окислення-відновлення, забезпечуючи клітини енергією для відновлення тканин та підтримки бар'єрної функції шкіри.
- Регуляція синтезу керамідів та жирних кислот: Підвищує вироблення ліпідів рогового шару, зміцнюючи шкірний бар'єр і запобігаючи втраті вологи.
- Інгібування прозапальних факторів: Ніацинамід зменшує активність цитокінів (IL-1, IL-6), які викликають запалення, що сприяє зменшенню акне та подразнення.
- Освітлення шкіри: Інгібує перенесення меланосом із меланоцитів до кератиноцитів, зменшуючи пігментацію.
- Антиоксидантна дія: Захищає клітини від ушкоджень, викликаних оксидативним стресом, нейтралізуючи вільні радикали.
- Захист від ультрафіолету: Допомагає відновлювати пошкодження ДНК, викликані UV-променями.

Властивості:

- Протизапальна дія: Зменшує почервоніння, свербіж та запалення, особливо при акне та розацеа.
- Зволоження: Сприяє утриманню води в шкірі завдяки зміцненню ліпідного бар'єру.
- Регулювання себуму: Знижує вироблення шкірного сала, запобігаючи появі жирного блиску та закупорці пор.
- Антивіковий ефект: Підвищує еластичність шкіри, сприяє синтезу колагену та зменшує зморшки.
- Освітлення пігментації: Зменшує прояви гіперпігментації, веснянок і вікових плям.

- Сумісність із різними типами шкіри: Ніацинамід підходить для чутливої, жирної, комбінованої та сухої шкіри.  
Дозування у косметичних засобах:
- Зволожуючі та бар'єрні функції: 2–5%.
- Лікування акне та запалень: 4–5%.
- Освітлення шкіри та боротьба з пігментацією: 5%.
- Антивікові засоби: 2–10%.
- Засоби для чутливої шкіри: 1–2%, щоб уникнути подразнення.
- У продуктах для щоденного використання концентрація зазвичай становить 2–5%.
- Концентрації понад 5% можуть бути ефективними, але підвищують ризик подразнення для чутливої шкіри.

Застосування в косметичних засобах:

- Сироватки: Для інтенсивного догляду та освітлення шкіри.
- Креми для обличчя: Для зволоження, зміцнення бар'єру та боротьби зі зморшками.
- Засоби для проблемної шкіри: Для регуляції себуму та зменшення висипів.
- Тоніки: Для нормалізації рН та підготовки шкіри до подальшого догляду.
- Сонцезахисні засоби: Для захисту від пошкодження UV-променями.
- Антипігментні засоби: Для освітлення плям та вирівнювання тону шкіри.  
Ніацинамід — актив, який працює навіть у змивних формах, бо:
  - контактує зі шкірою 20–40 секунд;
  - проникає у верхні шари епідермісу;
  - накопичується при регулярному використанні.

Клінічно доведені ефекти В3:

- зміцнення бар'єру;
- зменшення себуму;
- зменшення запалень;
- освітлення, вирівнювання тону;
- антиоксидантний захист;
- зменшення акне.

Вітамін В3 (ніацинамід) є одним із найуніверсальніших та найвивченіших дерматологічних компонентів.

У засобах для очищення ніацинамід не втрачає активності, оскільки час контакту зі шкірою достатній, щоб ініціювати дію, особливо при регулярному застосуванні.

У концентрації 4–5% він забезпечує виражений лікувально-профілактичний ефект.

Основні дерматологічні властивості ніацинамиду:

- Відновлення шкірного бар'єру: підвищує синтез керамідів, вільних жирних кислот і холестеролу.
- Протизапальний ефект: зменшує маркери запалення (IL-8, TNF- $\alpha$ ).
- Себорегуляція: контролює вироблення шкірного сала та зменшує жирний блиск.
- Освітлення шкіри: блокує перенесення меланіну до кератиноцитів.
- Антиоксидантний захист: підвищує рівень NAD<sup>+</sup>/NADH у клітинах.
- Зменшення акне: має клінічно підтверджений ефект при запальних елементах.

### **1.3. Косметичний продукт – пінка для обличчя**

#### **Сульфатні та безсульфатні пінки:**

Окремої уваги заслуговує класифікація пінних засобів на сульфатні та безсульфатні.

Найбільш відомими сульфатами є натрію лаурилсульфат (SLS) та натрію лауретсульфат (SLES) — ефективні піноутворювачі з вираженою очищуючою здатністю. Вони забезпечують рясну піну та швидко розчиняють ліпідні забруднення.

Проте для чутливої або сухої шкіри регулярне застосування сульфатних засобів може бути небажаним через ризик надмірного видалення ліпідного бар'єру, що проявляється сухістю, стягнутістю або почервонінням.

Безсульфатні пінки базуються на м'яких цукрових ПАР (коко-глюкозидах), амінних оксидах, бетаїнах та амфотерних компонентах.

они формують ніжну, менш “агресивну” піну, яка не порушує природний рН і підтримує гідроліпідний баланс.

Такі формули рекомендовані для щоденного догляду, а також для шкіри з підвищеною реактивністю, куперозом, дерматологічними станами або при використанні активних кислот і ретиноїдів.

У сучасній косметології тренд змістився у бік безсульфатних систем, що зумовлено підвищеною увагою до бар'єрної функції шкіри та загального переходу індустрії до більш делікатних формул.

Проте сульфатні пінисті засоби й досі використовуються у продуктах для жирної шкіри, де потрібна більш інтенсивна детергентна дія.

Сульфатні ПАР — це аніонні поверхнево-активні речовини з високою здатністю до:

- піноутворення,
- видалення жиру,
- емульгування забруднень.

Серед найпоширеніших:

- Sodium Lauryl Sulfate (SLS)
- Sodium Laureth Sulfate (SLES)

Переваги сульфатних формул:

- дуже високий рівень очищення;
- велика піна;
- стабільність формули;
- низька собівартість (масмаркет).

Недоліки сульфатних формул:

- порушення ліпідного шару;
- підвищення TEWL (втрати вологи через епідерміс);
- ризик подразнень, почервонінь, сухості;
- руйнування мікробіому;
- небажані для сухої та чутливої шкіри.

Саме тому преміум, аптечні та дерматологічні бренди поступово переходять на безсульфатні альтернативи.

Безсульфатні пінки формуються за рахунок:

- Coco-Glucoside
- Decyl Glucoside
- Lauryl Glucoside
- cocamidopropyl Betaine
- Sodium Cocoyl Isethionate (SCI)
- Sodium Lauroyl Sarcosinate
- Амінокислотні ПАР

Переваги безсульфатних пінок:

- мінімальний ризик подразнень;
- відповідність рН 5.0–5.5 — фізіологічному рівню шкіри;
- підтримка гідроліпідного бар'єру;
- підходять для тривалого щоденного використання;
- сумісні з активами (ніацинамід, колаген, алое, кислоти).

#### **1.4. Косметичний продукт – крем для обличчя**

Креми є однією з найпоширеніших форм косметичних і фармацевтичних препаратів для зовнішнього застосування.

Вони являють собою гетерогенні системи, зазвичай емульсійного типу, в яких одна фаза (водна або олійна) диспергована в іншій за допомогою поверхнево-активних речовин – емульгаторів.

Залежно від співвідношення фаз розрізняють емульсії типу "олія у воді" (O/W) або "вода в олії" (W/O).

Креми типу O/W мають легшу текстуру, швидко вбираються, і є більш придатними для денного догляду.

Натомість креми типу W/O формують захисну плівку та використовуються при підвищеній сухості шкіри.

Основу крему становлять дві ключові фази – водна (дистильована або структурована тала мінералізована вода) і жирова (емоменти, воски, олії), стабілізовані за допомогою емульгаторів (наприклад, Olivem® 1000). Додатковими складниками можуть бути зволожувачі (гіалуронова кислота), білкові компоненти (гідролізований колаген), текстуроутворювачі (Аристофлекс), консерванти (феноксіетанол), регулятори рН (молочна кислота) та інші функціональні добавки.

У процесі створення рецептури крему важливе значення мають фізико-хімічні властивості компонентів, їх сумісність, а також взаємодія між фазами, що забезпечує стабільність і ефективність кінцевого продукту.

Крім того, креми повинні відповідати вимогам органолептичних, мікробіологічних та дерматологічних стандартів.

Особливої уваги потребує вибір емульгаторної системи, яка не лише забезпечує стабільність, але й визначає структуру, консистенцію та біодоступність активних речовин.

Наприклад, використання ліпофільно-гідрофільного балансу (HLB) дозволяє підібрати оптимальні пропорції фаз для досягнення бажаного косметичного ефекту.

Застосування кремів є багатофункціональним: від зволоження та живлення шкіри до доставки біоактивних речовин у глибокі шари епідермісу.

Залежно від активних інгредієнтів, вони можуть мати антивікову, протизапальну, регенераційну або фотозахисну дію.

Таким чином, розробка крему як косметичного засобу вимагає міждисциплінарного підходу, що включає знання з колоїдної хімії, фармацевтичної технології, дерматології та косметології.

Крем — це багатокомпонентна напівтверда або рідка емульсійна

композиція, призначена для зовнішнього застосування на шкіру з метою зволоження, живлення, лікування або захисту.

Креми належать до м'яких лікарських форм або косметичних засобів, які мають приємну текстуру, добре розподіляються, швидко поглинаються і забезпечують проникнення активних речовин у шкіру.

Фізико-хімічна природа крему:

Креми, зазвичай, є емульсіями двох несумісних фаз — водної та олійної.

Для їх стабілізації застосовуються емульгатори — поверхнево-активні речовини (ПАР), які дозволяють зберігати стабільну двофазну систему.

Існують основні типи емульсій у кремах:

- W/O (вода в олії) – краплі води рівномірно розподілені в олійній фазі. Такі креми жирніші, більш захисні, менш змиваються водою.
- O/W (олія у воді) – краплі олії дисперговані у водній фазі. Такі креми легші, менш жирні, швидше вбираються.
- Ламелярні емульсії (мультиламелярні) – сучасний тип структурованих емульсій з багатошаровою рідкокристалічною структурою, що імітує ліпідний бар'єр шкіри.

Стандартна структура крему включає:

- Водна фаза: очищена вода, гідролати, розчинені активні речовини (гумектанти, вітаміни, пептиди, амінокислоти).
- Олійна фаза: жирні спирти, емоменти, силікони, воски (залежно від формуляції, може бути відсутня).
- Емульгатори: стабілізують емульсію (напр., Olivem 1000, Glyceryl Stearate SE, Polysorbate 60).
- Загусники/гелеутворювачі: забезпечують консистенцію (напр., Carbomer, Aristoflex AVC, ксантан).
- Активні інгредієнти: вітаміни (ніацинамід, ретинол, токоферол), зволожувачі (гіалуронова кислота), біоактивні пептиди, антиоксиданти.
- Консерванти: запобігають мікробному росту (наприклад, феноксиетанол).
- Ароматизатори або ефірні олії: надають запаху.
- Коригуючі добавки: регулятори рН, хелатори, забарвники.

Класифікація кремів:

За призначенням:

- Косметичні: зволожуючі, живильні, антивікові, сонцезахисні, матуючі, тональні.
- Дерматологічні/лікарські: протизапальні, антибактеріальні, фунгіцидні, гормональні.
- Медико-косметичні (космецевтика): поєднують косметичний та

лікувальний ефект.

За фізичною структурою:

- Емульсії (O/W, W/O, ламелярні)
- Гелі-креми
- Крем-пасти
- Крем-муси, флюїди

За типом шкіри:

- Для сухої, жирної, комбінованої, чутливої, проблемної, вікової
- ункції крему:
- Зволоження: запобігання трансепідермальній втраті вологи (TEWL)
- Живлення: доставка ліпідів, амінокислот, вітамінів
- Захист: від УФ-випромінювання, вітру, холоду, забруднень
- Відновлення: стимуляція регенерації шкіри, зміцнення епідермального бар'єру
- Косметичний ефект: вирівнювання текстури шкіри, розгладження зморшок, освітлення, матування

Переваги кремів:

- Легкість у використанні
- Висока ефективність доставки активів
- Широкий вибір текстур
- Сумісність із різними типами шкіри
- Можливість терапевтичної дії без системного впливу

Недоліки:

- Чутливість до мікробного забруднення (необхідні консерванти)
- Можливість комедогенності або алергічних реакцій (залежно від складу)
- Стабільність емульсії залежить від умов зберігання

Сучасні тенденції:

- Використання ламелярних емульсій та біоідентичних ліпідів
- Безмасляні або маложирні системи з легкими емолентами
- Космецевтика з активами: ніацинамід, ретиноїди, пептиди, гіалуронова кислота
- Мінімалізм формули (короткий склад)
- Веганські, гіпоалергенні, безпечні формули

### **Ламелярна емульсія:**

Ламелярна емульсія — це структурована емульсійна система, в якій емульгатори та ліпідні компоненти формують багатошарові (мультиламелярні) двошарові структури, подібні до природних ліпідних пластівців рогового шару

шкіри.

Така емульсія має рідкокристалічну (ліотропну) організацію та забезпечує високий рівень біосумісності з епідермісом.

Структура ламелярної емульсії:

На відміну від класичних емульсій типу “олія у воді” (O/W) або “вода в олії” (W/O), у ламелярних емульсіях ліпіди й емульгатори утворюють пластинчасті або концентричні шари, між якими затримується вода.

Такі структури імітують натуральні міжклітинні ліпіди шкіри (церамідоподібну систему).

Основу формування ламелярних структур становлять:

- Неіоногенні емульгатори, здатні до рідкокристалічної організації (напр. Cetearyl Olivat & Sorbitan Olivat – компонент Olivem® 1000)
- Жирні спирти (цетиловий, стеариловий, цетилстеариловий)
- Фосфоліпіди (у деяких преміум-формулах)
- Холестерол, церамідоподібні структури

Фізико-хімічні характеристики:

- Тип емульсії: здебільшого O/W з ламелярною структурою
- В'язкість: середня або висока (через структуровану організацію)
- Розподіл фаз: рівномірний, стабільний у часі
- Текстура: кремова, м'яка, шовковиста
- Біоміметичність: висока сумісність зі шкірою
- Функціональні переваги ламелярних емульсій:

Імітація рогового шару шкіри (SC-mimetic systems):

- Підвищує проникнення активів
- Відновлює та зміцнює шкірний бар'єр
- Знижує трансепідермальну втрату вологи (TEWL)
- Поступове вивільнення активних речовин (sustained release):
- Збільшує час дії інгредієнтів
- Зменшує подразнення (особливо при високих концентраціях активів)

Стабільність формули:

- Ламелярна структура запобігає розшаруванню
- Знижується потреба в стабілізаторах і гелеутворювачах

Покращене зволоження:

- Вода затримується між ліпідними шарами
- Можливий пролонгований ефект зволоження до 24 годин
- Сенсорні властивості:
- Легка текстура, “тануче” відчуття

- Швидке вбирання без жирного блиску

Приклади застосування ламелярних емульсій:

- Медико-косметичні креми: з ніацинамідом, гіалуроновою кислотою, пептидами
- Догляд за чутливою та пошкодженою шкірою
- Бар'єрні креми (post-procedure skincare, атопія, дерматити)
- Сонцезахисні засоби та дитячі креми

Сучасні емульгатори для ламелярних емульсій:

- Cetearyl Olivatе & Sorbitan Olivatе Olivem 1000 - Створює ламелярні структури, біоміметичний
- Glyceryl Stearate & Cetearyl Alcohol Montanov 68, 202 емульгатори з ламелярним ефектом
- Lecithin, Phosphatidylcholine натуральні фосфоліпиди - формують біоідентичні структури
- Hydrogenated Lecithin Lipidure, Lipoid H: Стабілізація ліпідних шарів

Ламелярна емульсія — це інноваційна форма емульсій, яка поєднує косметичну ефективність, фізіологічну сумісність зі шкірою та високу стабільність.

она особливо цінна при створенні засобів догляду за чутливою, сухою, пошкодженою або віковою шкірою, а також як основа для космецевтики з активними речовинами.

У класичній косметології значну частину рецептур займали олії (естери жирних кислот) та рослинні екстракти.

Проте сучасний науковий підхід дедалі більше зміщується у бік високомолекулярної дерматокосметики, де переважають:

- Вітаміни та їхні стабільні похідні (А, В3, В5, С, Е);
- Амінокислоти та пептиди;
- Протеїни (гідролізати шовку, кератину, колагену);
- Стабілізовані гліцериноподібні носії (наприклад, пропанедіол).

Це обумовлено кількома факторами:

- Низька стабільність рослинних екстрактів (зміна кольору, окислення, нестійкий склад);
- Мінливість сировини (урожайність, склад, зольність);
- Відсутність доказової бази — більшість екстрактів мають лише загальні властивості, не підтвержені клінічно;
- Тенденція до прозорих, функціональних формул, які легко піддаються стандартизації та масштабуванню.

Таким чином, виключення масел та рослинної сировини на користь

вітамінів та активів у даній роботі є не лише стилістичним рішенням бренду, а й науково обґрунтованим підходом до створення ефективного, чистого та технологічно стабільного продукту.

## РОЗДІЛ II МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 ВЗ: контроль якості

Процес синтезу ніацинамід у водному середовищі з використанням EDC є ефективним, екологічним та економічно вигідним.

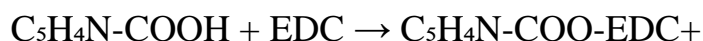
Активація карбоксильної групи забезпечує високий вихід продукту ( $\approx 90\%$ ), мінімізує використання органічних розчинників та спрощує очищення продукту завдяки водорозчинності побічних продуктів.

#### Хімічна основа процесу:

Метод: Амідування 25% розчином аміаку у водному середовищі з активацією EDC (1-етил-3-(3-диметиламінопропіл)карбодіімідом).

1. Реакція активації ніотинової кислоти (NA,  $C_5H_7NO_2$ ) з карбодіімідом:

- Ніотинова кислота реагує з EDC у водному середовищі з утворенням O-ацилізоуреїдового інтермедіату.
- Цей інтермедіат активує карбоксильну групу ніотинової кислоти, що робить її більш реакційною до нуклеофільної атаки.
- Карбодіімідний центр ( $-N=C=N-$ ) в EDC діє як електрофіл і реагує з нуклеофільною карбоксильною групою ( $-COOH$ ) ніотинової кислоти.
- Спочатку відбувається атака нуклеофільного атома кисню карбоксильної групи на електрофільний карбодіімідний вуглець EDC.
- Утворюється перехідний комплекс, який перетворюється на O-ацилізоуреїдовий інтермедіат.



2. Реакція амідування активованої ніотинової кислоти з аміаком:

- Нуклеофільний атом аміаку ( $NH_3$ ) атакує карбоксильний вуглець активованого інтермедіату.
- Утворюється перехідний стан, в якому кисень ( $-O$ ) стає негативно зарядженим.
- В результаті інтермедіат розпадається з утворенням ніацинамід ( $C_5H_7N-CONH_2$ ) і 1-етил-3-сечовини (EDU).



3. Загальна реакція синтезу ніацинамід:



Чому обрано EDC як активатор:

Розчинність у воді:

- EDC (1-етил-3-(3-диметиламінопропіл)карбодіімід) є водорозчинним активатором, що робить його ідеальним для проведення реакцій у водному середовищі.
- У порівнянні з DCC (діциклогексилкарбодіімід), який не розчиняється у воді і потребує органічних розчинників (DMF, DMSO), EDC дозволяє уникнути органіки.

Менше побічних продуктів:

- EDC розпадається на сечовину, яка легко видаляється водною промивкою.
- У разі використання DCC побічний продукт (дициклогексилсечовина) має погану розчинність і створює труднощі при очищенні.

Висока ефективність у синтезі амідів:

- EDC ефективно активує карбоксильні групи нікотинової кислоти, утворюючи нестабільний інтермедіат (О-ацилізо-сечовину), який швидко реагує з аміаком навіть у м'яких умовах.

Екологічність:

- Реакція з EDC безпечніша для навколишнього середовища завдяки водному середовищу і мінімізації органічних розчинників.

Економічність:

- EDC доступний за вартістю, ефективно витрачається (1:1 стехіометрія), і забезпечує високий вихід продукту (~90–95%).

### **Органолептичний аналіз:**

1. Зразок синтезованого ніацинаміді було перенесено на чисту скляну пластинку.

2. Проведено візуальний аналіз зовнішнього вигляду за природного освітлення та під лампою денного світла.

3. Зразок перевірено на наявність сторонніх домішок чи кольорових відтінків за допомогою лупи.

4. Запах зразка було оцінено шляхом обережного наближення до носа.

5. Визначено текстуру речовини шляхом акуратного розтирання невеликої кількості між пальцями.

### **рН-метрія:**

Аналіз рН водного розчину ніацинаміді після синтезу за допомогою рН-метрії є важливим кроком для оцінки ступеня реакції та ідентифікації продукту:

1. Підготовка розчину для вимірювання рН:

1 г синтезованого ніацинаміді було розчинено в 100 мл дистильованої води для отримання 1% водного розчину.

## 2. Калібрування рН-метра:

Для забезпечення точності вимірювань рН-метр був калібрований за допомогою стандартних буферних розчинів рН 3,56, рН 6,86 та рН 9,01 відповідно до інструкцій виробника приладу.

## 3. Вимірювання рН розчину:

Після калібрування електрод рН-метра було занурено в приготований розчин ніацинамід, і було зафіксовано значення рН після стабілізації показників.

### **Газова хроматографія:**

Контроль якості ніацинамід методом газової хроматографії/мас-спектрометрії (ГХ/МС) з дериватизацією BSTFA (N,O-біс(триметилсіліл) трифторацетамід).

BSTFA (N,O-біс-(триметилсіліл) трифторметанамід) використовується для введення триметилсілільних (TMS) груп на функціональні групи, такі як -ОН, -NH, і -COOH, щоб зробити молекулу більш легкою для аналізу у газовій хроматографії.

У випадку ніацинамід ( $C_5H_4N-CONH_2$ ), реакція відбувається за участю амідної групи (-CONH<sub>2</sub>).

Принцип методу:

- BSTFA реагує з амідною групою ніацинамід, утворюючи леткі триметилсілільні похідні (TMS-деривати).
- Ці сполуки добре леткі, що підходить для ГХ-аналізу, та мають специфічні мас-спектри, що дозволяє їх ідентифікацію.

Реакція дериватизації (силілювання):

- BSTFA має дуже реакційноздатний триметилсілільний фрагмент (TMS), який є сильним електрофілом через спряження з трифторметильною групою (-CF<sub>3</sub>).
- Це сприяє легкому переносу TMS на нуклеофільні центри, такі як аміногрупа (-NH<sub>2</sub>) або карбонільний кисень (-C=O) ніацинамід.

Нуклеофільна атака аміногрупою на TMS:

1. Амідна група ніацинамід (-CONH<sub>2</sub>) діє як нуклеофіл:

- Нуклеофільний атом азоту NH<sub>2</sub> атакує триметилсілільний центр BSTFA.
- В результаті відбувається заміщення атома фтору (або трифторметильної групи).

2. Утворюється моносилілюваний продукт -  $C_5H_4N-CONH(TMS)$

Хімічна реакція:



Матеріали та реагенти:

- Зразок ніацинамід (синтезований продукт).
- BSTFA (дериватизаційний агент).
- Хлороформ
- Внутрішній стандарт (бензамід)
- Газовий хроматограф із мас-спектрометричним детектором (ГХ/МС).

Підготовка зразка:

- 10 мг ніацинамід, розчиняємо в 1 мл сухого хлороформу.
- Додаємо 100 мкл BSTFA та перемішуємо.
- Нагріваємо суміш до 60°C на 15 хвилин для завершення реакції.
- Охолоджуємо до кімнатної температури та завантажуюємо у ГХ/МС.

Налаштування ГХ/МС:

- Колонка: Полярна DB-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0.25 мм, товщина плівки 0.25 мкм).
- Газ-носій: Гелій, потік 1 мл/хв.
- Програмування температури:
- Стартова: 50°C (2 хв).
- Градієнт: 10°C/хв до 250°C.
- Утримання: 5 хв.
- Температура інжектора: 250°C.
- Іонізація: EI (електронна іонізація), 70 eV.
- Діапазон мас: 50–500 м/з.

### **Мас-спектрометрія:**

Різна чистота, отримана за результатами хроматографічного аналізу (90.3%) та мас-спектрометрії (68.2%), може пояснюватися відмінностями у методах аналізу, їхніх принципах і чутливості до різних речовин.

1. Принцип кількісного аналізу:

- Хроматографія (ГХ):

Оцінює площу піків на хроматограмі, яка пропорційна кількості речовини. Чистота тут розрахована з урахуванням всіх видимих компонентів (ніацинамід і домішок).

Можливі помилки: Неполарні або леткі домішки можуть не утворювати помітних піків або бути недетектованими, завищуючи чистоту.

- Мас-спектрометрія (МС):

Аналіз базується на інтенсивності іонів, що утворюються при іонізації молекул. Домішки або побічні продукти з кращою іонізацією можуть бути

переоцінені у спектрі, оскільки інтенсивність піка залежить не лише від кількості речовини, а й від її іонізаційної здатності.

## 2. Селективність методів:

- Хроматографія:

Кількісна оцінка залежить від здатності розділити всі компоненти. Якщо домішки мають близькі до ніацинаміді часи утримання, це може призвести до неповного розділення і завищення частки основної речовини.

- Мас-спектрометрія:

МС є більш чутливою до специфічних домішок, навіть якщо їх дуже мало. Якщо домішки іонізуються краще за ніацинамід, вони можуть виглядати більш значущими, ніж вони є за кількістю.

## 3. Матричний ефект:

Домішки або компоненти розчинника можуть взаємодіяти з аналітом:

- У хроматографії це може вплинути на розділення піків.
- У МС — на ефективність іонізації (одні молекули пригнічують іонізацію інших).

## 4. Домішки, які не розділені в РХ, але видимі в МС:

Наприклад, леткі домішки, не помітні на хроматограмі, але які мають характерні мас-спектри.

### Висновок:

Чистота, розрахована за ГХ, може бути завищеною через:

- Недостатнє розділення піків.
- Невидимість домішок, які виявляє МС.

Чистота, розрахована за МС, є нижчою через:

- Завищення впливу добре іонізованих домішок.
- Високу чутливість до мікродомішок, які маскують основний продукт.

## 2.2 FLORA: контроль якості

### Характеристика сировини:

Цитронеллол (CAS: 106-22-9) (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O):

- Моно терпеновий спирт, безбарвна або жовтувата рідина з приємним цитрусовим запахом.
- Застосовується як ароматизатор у парфумерії та косметичі.
- Температура плавлення -10°C, температура кипіння 225°C.
- Зберігати в герметичній тарі при 10–25°C у темному місці.
- Аналіз: газова хроматографія (ГХ), спектроскопія у видимому та УФ-діапазонах.

Ліналоол (CAS: 78-70-6) (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O):

- Терпеновий спирт, безбарвна рідина з квітковим або пряним запахом, типовим для лаванди та базиліку.
- Широко використовується в парфумерії та косметичних засобах.
- Температура плавлення -20°C, температура кипіння 198°C.
- Зберігати в герметичній тарі при 10–25°C у сухому, темному місці.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

Гексилцинамальдегід (CAS: 101-86-0) (C<sub>15</sub>H<sub>22</sub>O):

- Ароматичний альдегід, жовтувата тверда речовина з квітково-пряним запахом. Застосовується для створення квіткових та
- деревних ароматів.
- Замерзає при кімнатній температурі, температура плавлення 5°C, температура кипіння 305°C.
- Зберігати при температурі вище 10°C у щільно закритій тарі.
- Аналіз: ГХ, ЯМР-спектроскопія.

Фенілетиловий спирт (CAS: 60-12-8) (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O):

- Ароматичний спирт, безбарвна рідина з запахом троянди.
- Основний розчинник та носій у парфумерії.
- Температура плавлення -27°C, температура кипіння 219°C.
- Зберігати при кімнатній температурі у щільно закритій тарі.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

Бензил ацетат (CAS: 140-11-4) (C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>):

- Складний ефір, безбарвна або жовтувата рідина з фруктовим та квітковим запахом.
- Використовується як розчинник та ароматизатор.
- Температура плавлення -51°C, температура кипіння 213°C.
- Зберігати в герметичній тарі при 10–25°C.
- Аналіз: ГХ, ЯМР-спектроскопія.

Індол (CAS: 120-72-9)(C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>N):

- Ароматичне органічне з'єднання, білий або злегка жовтуватий порошок із запахом квітів або тваринного походження.
- Широко застосовується у створенні квіткових ароматів, особливо жасмину. Температура плавлення 52°C, температура кипіння 253°C.
- Зберігати в сухому місці при кімнатній температурі.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

Гераніол (CAS: 106-24-1) (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O):

- Монотерпеновий спирт, безбарвна або жовтувата рідина з квітковим запахом троянди.
- Використовується в парфумерії та косметичних засобах.
- Температура плавлення -15°C, температура кипіння 230°C.
- Зберігати при 10–25°C у темному місці.
- Аналіз: ГХ, спектроскопія у видимому та УФ-діапазонах.

Іланг (метилантранілат, CAS: 134-20-3) (C<sub>8</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>2</sub>):

- Метилловий ефір антранілової кислоти, безбарвна або світло-жовта рідина із солодким, фруктово-квітковим запахом.
- Використовується в парфумерії та ароматизаторах.
- Температура плавлення 24°C, температура кипіння 256°C.
- Зберігати при температурі вище 25°C.
- Аналіз: ГХ, ЯМР-спектроскопія.

Амброксид (CAS: 6790-58-5) (C<sub>16</sub>H<sub>28</sub>O):

- Синтетичний амбровий аромат, білий кристалічний порошок із теплим деревно-амбровим запахом.
- Температура плавлення 75°C, температура кипіння 278°C.
- Зберігати в герметичній тарі в сухому місці.
- Аналіз: ГХ, ЯМР-спектроскопія.

Альфа-ізометиліонон (CAS: 127-51-5) (C<sub>14</sub>H<sub>22</sub>O):

- Кетон, блідо-жовта рідина з деревно-фіалковим запахом.
- Широко використовується в парфумерії для квіткових та деревних композицій. Замерзає при кімнатній температурі, температура плавлення 25°C, температура кипіння 285°C.
- Зберігати в герметичній тарі при температурі вище 25°C.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

Геліотропін (піперональ, CAS: 120-57-0) (C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>):

- Бензоальдегід з ванільно-квітковим запахом, кристалічна тверда речовина. Температура плавлення 36°C, температура кипіння 263°C.
- Застосовується у квіткових композиціях.
- Зберігати при температурі вище 36°C.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

Мускон (CAS: 541-91-3)(C<sub>16</sub>H<sub>30</sub>O):

- Синтетичний мускус, безбарвна кристалічна речовина з характерним мускусним запахом.

- Температура плавлення 82°C, температура кипіння 355°C.
- Зберігати в герметичній тарі в сухому місці.
- Аналіз: ГХ, ЯМР-спектроскопія.

Сандалове дерево синтетичне (CAS: 65447-74-9) (C<sub>14</sub>H<sub>24</sub>O):

- Ароматичний спирт з теплим деревно-сандаловим запахом.
- Біла або світло-жовта рідина.
- Температура плавлення -20°C, температура кипіння 300°C.
- Зберігати при 10–25°C у щільно закритій тарі.
- Аналіз: ГХ, ІЧ-спектроскопія.

#### **Послідовність додавання:**

Додавати компоненти від менш летких до більш летких потрібно через особливості їхньої випаровуваності та впливу на кінцевий аромат.

Більш леткі речовини мають сильніший запах у верхніх нотах аромату, тому вони здатні швидко випаровуватись при перемішуванні або нагріванні.

Якщо додавати менш леткі компоненти після більш летких, це може призвести до часткової втрати аромату через випаровування або зміни його структури.

Додавання від менш летких до більш летких компонентів дозволяє зберегти аромат у початковому вигляді, уникнути випаровування легких фракцій та досягти однорідності композиції.

Також це сприяє збереженню характерних верхніх нот аромату, які можуть втратити інтенсивність або змінити профіль.

Якщо компоненти додавати в будь-якому порядку, можуть виникнути такі проблеми:

- Втрата летких компонентів.

Леткі речовини, такі як цитронелол, ліналоол і гераніол, випаровуються швидше.

Якщо їх додавати на початку процесу, коли суміш уже нагріта або активно перемішується, відбудуватимуться суттєві втрати цих компонентів через випаровування.

- Нерівномірне змішування:

Більш леткі компоненти можуть швидко випаровуватися з поверхні рідини до того, як рівномірно розподіляться в суміші.

Це призведе до нерівномірного аромату та нестабільності рецептури.

- Погане розчинення твердих компонентів:

Амброксид, мускон, піперональ та індол — це тверді речовини, які потрібно спочатку розчинити у фенілетиловому спирті.

Якщо додавати інші компоненти раніше, можна ускладнити процес розчинення твердих речовин через зміну в'язкості або полярності суміші.

- Хімічні взаємодії:

У деяких випадках компоненти можуть хімічно взаємодіяти між собою. Додавання більш летких компонентів перед менш леткими може змінити умови реакції, наприклад, рН або полярність середовища, що потенційно вплине на стабільність аромату.

- Труднощі з контролем аромату:

Порушення послідовності може призвести до непередбачуваного змішування ароматів, що ускладнить контроль якості та повторюваність партій.

Дотримання послідовності додавання дозволяє мінімізувати втрати летких компонентів, забезпечити рівномірне змішування та гарантувати стабільність аромату віддушки.

Послідовність додавання компонентів у виробництві аромакомпозиції FLORA має кілька важливих аспектів.

Основний принцип — забезпечити рівномірне змішування всіх інгредієнтів для отримання стабільного та однорідного аромату.

Теоретично, компоненти вводяться від менш летких до більш летких, проте на практиці цей принцип може не мати критичного значення, якщо дотримано технологічні параметри.

Аргументація послідовності додавання:

- Початкове розчинення твердих речовин у фенілетиловому спирті: Деякі компоненти рецептури, такі як амброксид, мускон та індол, є твердими при кімнатній температурі.

Виробничий процес передбачає їх попереднє розчинення у фенілетиловому спирті при температурі 50°C.

Ця операція дозволяє отримати рівномірний концентрований розчин без твердих залишків, що значно полегшує подальше змішування та забезпечує однорідність готової віддушки.

- Введення більш летких компонентів після розчинення твердих речовин:

Після отримання розчину твердих речовин додаються більш леткі компоненти, такі як бензилацетат, гексилцинамальдегід та сандал.

Ці компоненти характеризуються помірною леткістю та добре розчиняються в суміші, не вимагаючи спеціальних умов для змішування.

- Додавання більш летких компонентів:

На завершальному етапі додаються високолеткі компоненти, такі як цитронелол, ліналоол, гераніол.

Їх введення на цьому етапі дозволяє мінімізувати можливі втрати через випаровування, особливо якщо температура змішування підтримується на рівні 30°C.

Причини, чому порядок не критичний:

- У процесі виробництва віддушки FLORA усі компоненти ретельно змішуються при помірній температурі 30°C.
- Випаровування мінімальне, тому порядок додавання летких речовин впливає лише незначно.
- Ретельне перемішування забезпечує рівномірний розподіл всіх компонентів незалежно від послідовності додавання.
- Практичні дослідження показали, що відхилення від встановленого порядку додавання не призводить до значних змін у кінцевому ароматі.

Це пояснюється гомогенним змішуванням компонентів та відсутністю хімічних реакцій між ними.

Висновок:

Порядок додавання речовин у рецептурі FLORA переважно визначається технологічною зручністю та мінімізацією втрат летких компонентів.

Попереднє розчинення твердих речовин у фенілетиловому спирті є критичним етапом для отримання однорідної суміші, тоді як подальше змішування менш летких та більш летких компонентів може здійснюватися в різному порядку без значного впливу на якість кінцевого продукту.

FLORA – це квітова композиція з м'якими нотами троянди, жасмину, герані та пудрово-деревними відтінками, що створює ніжний і натуральний аромат.

Це важливо, адже різкі або агресивні запахи можуть негативно сприйматися при догляді за обличчям.

Обґрунтування вибору віддушки FLORA для крему та пінки з ніацинамідом:

- Ароматичний профіль
- Відсутність подразнюючих компонентів

Віддушка створена без різких альдегідів або важких синтетичних молекул, що можуть подразнювати шкіру.

У складі використані м'які квіткові та деревні компоненти, які добре переносяться навіть чутливою шкірою.

- Стабільність у формулі крему

Ароматичні компоненти FLORA хімічно сумісні з ніацинамідом і не впливають на його активність.

Віддушка була розроблена без розчинників, що забезпечує високу концентрацію аромату без ризику взаємодії з іншими інгредієнтами.

Вона стабільна при зберіганні крему, не змінює його рН, текстуру або колір.

- Підвищення сенсорного сприйняття продукту

Крем та пінка із ніацинамідом може мати специфічний запах сировини, який не завжди приємний.

FLORA маскує небажані запахи активних речовин, роблячи використання крему приємнішим.

Завдяки добре збалансованому аромату віддушка підсилює відчуття догляду та розкоші при нанесенні.

- Психо-емоційний вплив

Квіткові аромати асоціюються зі свіжістю, чистотою та доглядом, що підвищує сприйняття крему як ефективного та якісного засобу.

Доведено, що квіткові ноти (особливо троянда та жасмин) мають релаксуючу дію, що важливо при догляді за шкірою обличчя.

Загалом, FLORA не лише додає приємний запах, а й покращує споживчі властивості крему та пінки, роблячи їх більш привабливими для користувачів.

### **Вхідний контроль якості:**

Провести вхідний контроль сировини, що використовується для виготовлення ароматичної композиції FLORA, з метою забезпечення відповідності встановленим стандартам якості та безпеки.

Методи контролю:

1. Фізико-хімічний аналіз:

- Визначення показника заломлення (рефрактометр портативний Atago).
- Вимірювання густини (денсиметр Anton Paar 35).

## 2. Органолептичний аналіз:

Визначення кольору, запаху та консистенції кожного компонента.

### **Вихідний контроль якості:**

Вихідний контроль — це заключний етап, на якому перевіряється відповідність готової віддушки встановленим вимогам якості.

Цей етап дозволяє переконатися, що продукт відповідає стандартам щодо фізико-хімічних та органолептичних параметрів, а також забезпечує стабільність та безпечність продукту для використання.

Мета: Провести вихідний контроль готової ароматичної бази FLORA з метою визначення її відповідності встановленим стандартам якості та стабільності перед подальшим використанням у косметичному засобі.

Методи контролю:

#### 1. Фізико-хімічний аналіз:

- Визначення показника заломлення (рефрактометр портативний Atago).
- Вимірювання густини (денсиметр Anton Paar 35).

#### 2. Органолептичний аналіз:

Оцінка кольору, запаху та консистенції готової бази.

#### 3. Термостабільність:

Оцінка стабільності аромату та консистенції після витримки при екстремальних температурах (+40°C та -10°C) протягом 7 днів.

### **Органолептичний аналіз:**

Оцінка з блотера:

- наносимо 1 краплю (~0.05 мл) віддушки на спеціальний паперовий блотер
- даємо випаруватися летким компонентам (~30 секунд).
- аналізуємо аромат у три часові проміжки: 0 хв, 30 хв, 2 години.
- Оцінка з флакону (концентрованого аромату):
- вдихаємо аромат із закритої тари, потім після відкриття.
- аналізуємо насиченість, чистоту запаху, відсутність сторонніх тонів.

Оцінка в кремі з ніацинамідом:

- додаємо 0,1% віддушки у крем з ніацинамідом, ретельно перемішуємо.
- оцінюємо запах у момент нанесення та після 30 хвилин контакту зі шкірою.

### **Термостабільність:**

Для перевірки термостабільності зразки бази FLORA витримувалися протягом 7 днів при температурі:

- +40°C (гарячий цикл).
- -10°C (холодний цикл).

### **2.3 Пінка: контроль якості**

Розробка рецептури очищуючої пінки ґрунтується на принципах м'якого поверхнево-активного очищення, підтримання фізіологічного рН шкіри, мінімізації подразнюючого потенціалу та забезпечення стабільності піни упродовж усього терміну зберігання.

Формула пінки належить до категорії безсульфатних м'яких очищуючих систем, які орієнтовані на щоденне використання та збереження гідроліпідного бар'єра.

Рецептура була створена з урахуванням сучасних косметичних тенденцій, зокрема переходу до ніжних ПАР на основі глюкозидів, амфотерних компонентів та функціональних добавок, які забезпечують додатковий догляд.

При конструюванні пінного засобу було враховано кілька ключових параметрів:

- стабільність піни
- м'якість очищення
- можливість використання активів
- сумісність ПАР між собою
- сенсорика під час застосування

Для отримання легкої стабільної піни необхідно поєднання декількох класів ПАР — насамперед амфотерних та неіоногенних.

Амфотерні ПАР забезпечують м'який детергентний ефект і стабілізують піну, тоді як неіоногенні глюкозиди відповідають за делікатне очищення та хорошу переносимість навіть чутливою шкірою.

Крім того, у формулу інтегровані доглядові інгредієнти, які підтримують рівень зволоженості, зміцнюють бар'єр, знижують ризик подразнення та покращують відновлювальні процеси.

Такий підхід відповідає сучасному принципу «cleansing with care», який передбачає, що очищення має бути одночасно ефективним і максимально м'яким.

Базова формула очищуючої пінки включає такі групи інгредієнтів:

- воду як розчинник
- систему м'яких поверхнево-активних речовин
- зволожувальні та заспокійливі компоненти
- функціональні добавки для стабілізації піни
- консервант
- віддушка

Рецептура може бути адаптована під різні типи шкіри шляхом зміни концентрації ПАР або заміни частини зволожувачів, проте базова структура залишається сталою.

Рецептура повністю водна, не містить олій, жирної фази чи компонентів, що потребують плавлення.

Це дозволяє проводити процес у одному реакторі без нагрівання, що спрощує виробництво, зменшує енерговитрати та мінімізує ризики деградації активів.

### **Характеристика інгредієнтів рецептури:**

#### **1. Вода очищена:**

Вода є основою композиції та виконує функцію універсального розчинника. Саме у водній фазі розчиняється більшість гідрофільних інгредієнтів — амфотерні ПАР, глюкозиди, зволожувачі й активні речовини.

Для косметичної продукції застосовується очищена мінералізована тала структурована вода, яка відповідає вимогам мікробіологічної чистоти та не містить домішок, здатних впливати на стабільність формули.

Якість води визначає стабільність піни, однорідність розчину та довготривалу безпеку продукту.

#### **2. Coco-Glucoside:**

Coco-Glucoside належить до групи неіоногенних поверхнево-активних речовин, отриманих з жирних спиртів кокосової олії та глюкози.

Це один із найбільш м'яких ПАР, який використовується у сучасній безсульфатній косметиці.

осо-Glucoside забезпечує делікатне очищення шляхом утворення дрібних стабільних міцел, які ефективно емульгують залишки себуму та водорозчинні забруднення.

На відміну від сульфатних ПАР, глюкозиди не порушують ліпідний бар'єр та мають низький потенціал подразнення, що робить їх придатними для щоденного використання та для чутливої шкіри.

Крім очищуючої функції, Coco-Glucoside виконує роль піноутворювача та покращує сенсорні властивості засобу. Завдяки невисокій молекулярній масі й природній структурі добре переноситься шкірою й легко змивається.

У рецептурі виконує кілька ключових функцій:

- забезпечує делікатне очищення;
- формує дрібну, густу та рівномірну піну;
- стабілізує композицію ПАР;
- не руйнує ліпідний бар'єр та не викликає відчуття стягнутості.

### 3. Cocamidopropyl Betaine:

Cocamidopropyl Betaine — амфотерний поверхнево-активний компонент, який широко використовується у формулюванні м'яких миючих засобів.

Він отримується з жирних кислот кокосової олії та бетаїну.

Амфотерна природа дозволяє цьому ПАР проявляти катіонні або аніонні властивості залежно від рН середовища, що забезпечує високу сумісність з іншими інгредієнтами рецептури.

Cocamidopropyl Betaine виконує кілька функцій: посилює очищення, стабілізує та ущільнює піну, знижує подразнюючий ефект інших ПАР та забезпечує м'який детергентний вплив.

Завдяки високій дерматологічній переносимості він рекомендований для чутливої шкіри та дитячих засобів.

Його включення до рецептури дозволяє:

- посилити очищувальну здатність;
- стабілізувати піну;
- зменшити можливе подразнення, що може виникати через інші ПАР;
- досягти м'якого, делікатного сенсорного ефекту під час використання.

### 4. Ніацинамід:

Ніацинамід (вітамін В3) є мультифункціональним активом із широким спектром дії.

У очищуючих продуктах він покращує бар'єрні властивості шкіри, нормалізує роботу сальних залоз, вирівнює тон та проявляє антиоксидантні властивості. Завдяки своїй стабільності в м'якому рН він добре поєднується з ПАР і не вступає в реакції, що порушують формулу.

аявність ніацинаміду посилює функціональну цінність навіть базової очищуючої пінки.

### 5. Феноксіетанол

Феноксіетанол — сучасний консервант широкого спектру дії, який забезпечує мікробіологічну стабільність продукту упродовж усього терміну

придатності. Він ефективний проти бактерій і частково проти грибків, добре переноситься шкірою та сумісний із більшістю косметичних інгредієнтів.

Його застосування дозволяє уникнути використання парабенів та агресивних консервувальних систем.

#### 6. Ароматична композиція

Ароматична композиція вводиться в мінімальній кількості для надання продукту приємних сенсорних властивостей.

У м'яких очищуючих засобах парфумерні компоненти використовуються в низьких концентраціях, щоб мінімізувати ризик чутливості.

Аромат відіграє важливу роль у сприйнятті продукту, формує користувацький досвід та підкреслює концепцію бренду.

#### 7. Водорозчинна олія авокадо:

Водорозчинна форма олії авокадо включена в рецептуру як емомент, що компенсує потенційну сухість після очищення.

Масло авокадо містить фітостероли, лецитин і жиророзчинні вітаміни, але завдяки водорозчинній модифікації легко вводиться в водну формулу без емульгаторів.

Функції у продукті:

- пом'якшує та зволожує шкіру;
- підтримує бар'єрні структури;
- покращує сенсорні властивості готового засобу;
- зменшує подразнення від ПАР.

#### 8. Сік алое:

Сік алое є відомим природним заспокійливим компонентом, який проявляє протизапальну, регенеруючу та зволожувальну дію.

Він містить полісахариди, амінокислоти та антиоксиданти.

У рецептурі алое:

- зменшує реактивність шкіри;
- прискорює відновлення після очищення;
- підтримує гідратацію;
- знижує можливе подразнення від поверхнево-активних речовин.

#### 9. Колаген:

Гідролізований колаген використовується як зволожувач, плівкоутворювач та компонент, що покращує еластичність шкіри.

ого основні функції в пінці:

- утримання води в роговому шарі;
- формування тонкої захисної плівки;
- запобігання відчуттю сухості після очищення;

- покращення чуттєвих властивостей засобу.

#### 10. Молочна кислота 80%:

Молочна кислота виступає регулятором рН, забезпечуючи оптимальні умови для ПАР-системи та стабільність ніацинамід у.

Підтримання рН ~5,3–5,8 є критичним, бо:

- цей діапазон є фізіологічним для шкіри;
- мінімізується ризик подразнення;
- ніацинамід залишається стабільним;
- консервант працює ефективніше.

Молочна кислота додатково проявляє легку кератолітичну дію, покращуючи гладкість шкіри.

#### **Наукове обґрунтування вибору ПАР-системи:**

Очищення шкіри — це перший і найважливіший етап догляду, тому вибір поверхнево-активних речовин визначає не лише якість процесу, а й довготривалий стан епідермального бар'єра. Традиційно на ринку домінують сульфатні ПАР (SLS, SLES), що забезпечують високу мийну здатність і рясну піну.

Проте численні дослідження останніх років підтвердили їх агресивність:

- руйнують міжклітинні ліпіди
- підвищують TEWL (транsepідермальну втрату вологи)
- викликають подразнення та підвищують реактивність шкіри

У розробленій рецептурі реалізовано принцип “безсульфатної м'якої очистки”, що базується на комбінації:

- неіоногенного ПАР: Coco-Glucoside
- амфотерного ПАР: Cocamidopropyl Betaine

Ця система широко використовується в дерматологічному догляді, у засобах для atopічної та чутливої шкіри, у професійній косметиці.

Взаємодія між компонентами призводить до зниження подразнюючої дії, збільшення густини піни та оптимізації реологічних властивостей продукту.

Переваги ПАР-системи:

- відсутність сульфатів → немає агресивного впливу на ліпідний бар'єр
- низький Z-потенціал → менше ушкоджень рогового шару
- висока біосумісність з протеїнами шкіри
- стабільність у широкому діапазоні рН
- м'яка дія на слизові
- можливість отримати рідку формулу без нагріву

ПАР-система підібрана таким чином, щоб дія була достатньо делікатною навіть при щоденному використанні.

### **Обґрунтування включення активних та доглядових інгредієнтів:**

Хоча пінка є очищувальним продуктом, вона працює всього 10–20 секунд на шкірі, проте саме цей короткий контакт визначає комфорт, стан бар'єру і ризик подразнення.

Тому в рецептуру введені активи, які компенсують очищення і створюють доглядовий ефект прямо на етапі вмивання.

Ніацинамід (5%) — одна з найбільш вивчених і ефективних у дерматології.

Цей рівень:

- знижує почервоніння
- регулює себум
- зменшує кількість комедонів
- відновлює бар'єр (підсилює синтез керамідів)
- вирівнює тон шкіри
- працює як антиоксидант

Використання ніацинамиду у пінці — це інноваційний підхід, який переводить очищаючий засіб у категорію лікувально-профілактичних.

Сік алое забезпечує:

- миттєве зволоження
- заспокійливий ефект
- зменшення реактивності шкіри
- антиоксидантний захист

Полісахариди алое формують тонку захисну плівку, що зменшує подразнення від ПАР.

Гідролізований колаген працює як:

- зволожувач
- плівкоутворювач
- компонент, що покращує еластичність рогового шару

У миючих засобах він виконує важливу роль — запобігає відчуттю сухості після очищення.

Водорозчинне масло авокадо (1%)— завдяки модифікації воно сумісне з водними системами без емульгаторів.

Функції:

- пом'якшення
- антиоксидантна дія

### **Вхідний контроль якості:**

Вхідний контроль проводиться для перевірки відповідності кожної партії сировини встановленим нормам за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками.

### **Сенсорний аналіз:**

Сенсорний аналіз є важливою складовою комплексного контролю якості косметичної продукції, оскільки дає можливість оцінити сприйняття продукту кінцевим споживачем за органолептичними параметрами.

Метою сенсорного дослідження було визначення споживчих властивостей розробленої пінки для вмивання з 5% ніацинамідом, встановлення її сильних та слабких характеристик, а також підтвердження відповідності стандартам якості для засобів щоденного очищення шкіри.

Сенсорний аналіз проводили на панелі з 20 респондентів ( $n = 20$ ), які не мали дерматологічних захворювань та не використовували інші очищувальні засоби за 12 годин до тестування.

Оцінювання здійснювали за 9-бальною шкалою, де 1 — “дуже погано”, а 9 — “відмінно”.

Пінку наносили на вологу шкіру кисті та обличчя, оцінюючи такі параметри:

- вигляд
- колір
- текстура при нанесенні
- пеноутворення
- зручність дозування
- легкість змивання
- відчуття після змивання
- аромат
- загальна оцінка

Для кожного параметра розраховували середнє значення (Mean), стандартне відхилення (SD), стандартну похибку (SE) та 95% довірчий інтервал (CI95). Статистичну обробку проводили методом t-розподілу Стьюдента для довірчої ймовірності 0,95.

Підсумкові результати представлені у таблиці та графічно у вигляді радарної діаграми та стовпчастого графіка з 95% CI.

Середні значення за сенсорними характеристиками ( $n = 20$ ):

- Вигляд — 8,0
- Колір — 7,8
- Текстура при нанесенні — 7,5

- Пеноутворення — 8,2
- Зручність дозування — 7,6
- Легкість змивання — 8,0
- Відчуття після змивання — 7,9
- Аромат — 7,4
- Загальна оцінка — 8,1

## **2.4 Крем: контроль якості**

### **Характеристика інгредієнтів рецептури:**

#### **1. Вода структурована**

- **Хімічний склад:** Структурована вода — це звичайна вода (H<sub>2</sub>O), яка, за твердженнями деяких виробників, була піддана спеціальній обробці (наприклад, магнітним полем, вихровими потоками чи іншими фізичними методами) для зміни її молекулярної структури або кластерів молекул.
- **Функція в кремі:** Основа емульсії. Вода є основним розчинником для гідрофільних (водорозчинних) компонентів крему, таких як гіалуронова кислота, гідролізований колаген, молочна кислота. Вона забезпечує текстуру крему, допомагає розподіляти активні речовини та зволожує шкіру.
- **Вплив на шкіру:** Зволожує шкіру, сприяючи проникненню активних компонентів у верхні шари епідермісу. Структурована вода, за твердженнями виробників, може мати кращу біодоступність, але це не має широкого наукового підтвердження.
- **Особливості:** Використання структурованої води в косметичці часто є маркетинговим ходом. Її ефективність не значно відрізняється від очищеної води, якщо не враховувати суб'єктивне сприйняття продукту.

#### **2. Аристофлекс АВЦ (Aristoflex AVC)**

- **Хімічний склад:** Акрилатний сополімер, а саме Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer.
- Це синтетичний полімер, який використовується як загусник і стабілізатор.

#### **Функція в кремі:**

- **Загусник:** Надає крему приємну гелеподібну або кремову текстуру, покращує його консистенцію.
- **Стабілізатор емульсії:** Допомагає утримувати разом водну та олійну фази крему, запобігаючи їх розшаруванню.
- **Плівкоутворювач:** Створює легку плівку на шкірі, яка допомагає утримувати вологу.

- Вплив на шкіру: Аристофлекс АВЦ не проникає в шкіру, оскільки його молекули занадто великі. Він забезпечує гладкість нанесення крему, створює відчуття шовковистості та підвищує комфорт при використанні.

Особливості:

- Стійкий до широкого діапазону рН (4–9), що робить його універсальним для формул із кислотами (наприклад, молочною кислотою).
- Сумісний із електролітами, що дозволяє додавати активні компоненти, які можуть впливати на стабільність інших загусників.
- Є безпечним для шкіри, не викликає подразнень у більшості користувачів.

### 3. Цетіол (Cetiol)

- Хімічний склад: Cetiol — це торгова назва лінійки емоментів від компанії BASF.
- Найпоширеніші компоненти Cetiol включають ефіри жирних кислот, наприклад, Cetiol CC (Dicaprylyl Carbonate), Cetiol OE (Dicaprylyl Ether) або Cetiol C5 (Coco-Caprylate).

Функція в кремі:

- Емомент: Пом'якшує шкіру, заповнює простір між ороговілими клітинами, роблячи її гладкою.
- Розчинник: Допомогає розчиняти інші компоненти, наприклад, олійні інгредієнти чи УФ-фільтри.
- Покращувач текстури: Надає крему легкість і шовковистість, зменшує жирність, характерну для олій.
- Вплив на шкіру: Cetiol утворює легку, нежирну плівку, яка запобігає втраті вологи, не забиваючи пори.
- Це робить його ідеальним для комбінованої та жирної шкіри.

Особливості:

- Біорозкладний і екологічно безпечний.
- Має низький потенціал подразнення, підходить для чутливої шкіри.
- Швидко вбирається, не залишаючи липкості.

### 4. Олівем (Olivem)

- Хімічний склад: Olivem — це торгова назва емульгаторів на основі оливкової олії.
- Найпоширеніший варіант — Olivem 1000 (Cetearyl Olivatе, Sorbitan Olivatе).
- Це суміш похідних оливкової олії та цетеарилового спирту, які утворюють ламелярну емульсію, схожу на природну структуру ліпідного бар'єру шкіри.

Функція в кремі:

- Емульгатор: З'єднує водну та олійну фази, створюючи стабільну емульсію.
- Зволожувач: Завдяки схожості з ліпідами шкіри, підтримує її бар'єрну функцію та утримує вологу.
- Покращувач текстури: Надає крему багату, але не жирну консистенцію.
- Вплив на шкіру: Відновлює ліпідний бар'єр, зменшує сухість і подразнення. Підходить для сухої, чутливої та пошкодженої шкіри.
- Особливості: Має натуральне походження (з оливкової олії), що робить його популярним у натуральній косметиці.
- Сумісний із широким спектром активних компонентів.
- Може бути комедогенним для жирної шкіри при високій концентрації.

#### 5. Цетилстеариловий спирт (Cetearyl Alcohol)

- Хімічний склад: Суміш цетилового (C16) та стеарилового (C18) спиртів, які є жирними спиртами, отриманими з кокосової або пальмової олії.

Функція в кремі:

- Емомент: Пом'якшує шкіру, робить її гладкою.
- Загусник: Надає крему щільну текстуру.
- Співемульгатор: Допомогає стабілізувати емульсію разом із іншими емульгаторами, такими як Olivem.
- Вплив на шкіру: Утворює захисну плівку, яка зменшує втрату вологи.
- Не викликає подразнень, оскільки це не етиловий спирт, а жирний спирт.

Особливості:

- Безпечний для всіх типів шкіри, включаючи чутливу.
- Може бути комедогенним у високих концентраціях для жирної шкіри.
- Використовується в концентраціях 1–10% залежно від формули.

#### 6. Феноксіетанол (Phenoxyethanol)

- Хімічний склад: Органічна сполука (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>), яка є ефіром гліколю. Використовується як консервант.

Функція в кремі:

- Консервант: Запобігає розмноженню бактерій, грибків і плісняви в косметичних засобах, подовжуючи термін придатності.
- Вплив на шкіру: У низьких концентраціях (до 1%) безпечний і не викликає подразнень у більшості людей.
- У рідкісних випадках може викликати алергічні реакції у чутливих осіб.

#### Особливості:

- Широко використовується в косметичі через ефективність і відносну безпечність.
- Дозволений у концентраціях до 1% у ЄС, США та інших країнах.
- Часто комбінується з іншими консервантами (наприклад, етилгексилгліцерин) для посилення дії.

#### 7. Низькомолекулярний гіалурон (Low Molecular Weight Hyaluronic Acid)

- Хімічний склад: Полісахарид із молекулярною масою менше 50 кДа. Низькомолекулярна гіалуронова кислота (LMW HA) складається з коротших ланцюжків, ніж стандартна гіалуронова кислота.

#### Функція в кремі:

- Зволожувач: Проникає в глибші шари епідермісу, зв'язуючи воду та підвищуючи гідrataцію шкіри.
- Відновлювач: Стимулює синтез колагену та еластину, сприяючи регенерації шкіри.
- Вплив на шкіру: Забезпечує глибоке зволоження, зменшує дрібні зморшки, покращує еластичність.
- Може мати протизапальну дію.

#### Особливості:

- Завдяки низькій молекулярній масі краще проникає в шкіру, ніж високомолекулярна гіалуронова кислота.
- Безпечна, не викликає алергій.
- Ефективність залежить від концентрації (зазвичай 0.1–2%).

#### 8. Молочна кислота (Lactic Acid)

- Хімічний склад: Альфа-гідроксикислота (АНА) з формулою  $C_3H_6O_3$ . Отримують шляхом ферментації цукрів.

#### Функція в кремі:

- Ексфоліант: Видаляє ороговілі клітини, сприяючи оновленню шкіри.
- Регулятор рН: Знижує рН крему, що важливо для стабільності формули та ефективності інших компонентів.
- Зволожувач: Притягує вологу до шкіри, підвищуючи її гідrataцію.
- Вплив на шкіру: Робить шкіру гладкішою, зменшує пігментацію, звужує врі, покращує текстуру.
- У високих концентраціях (8–12%) використовується для хімічного пілінгу.

#### Особливості:

- У низьких концентраціях (1–5%) безпечна для щоденного використання.
- Може викликати подразнення у чутливій шкіри, особливо при високих концентраціях або низькому рН.
- Потребує захисту SPF, оскільки підвищує фоточутливість шкіри.

#### 9. Гідрилізований колаген (Hydrolyzed Collagen)

- Хімічний склад: Пептиди, отримані шляхом гідролізу колагену (білка сполучної тканини).
- Мають низьку молекулярну масу, що полегшує їх проникнення в шкіру.

#### Функція в кремі:

- Зволожувач: Утримує вологу в шкірі, створюючи плівку.
- Антиейджинг: Стимулює синтез власного колагену, покращує еластичність шкіри.
- Відновлення: Зменшує сухість і лущення.
- Вплив на шкіру: Надає шкірі пружності, зменшує дрібні зморшки, підтримує бар'єрну функцію.
- Однак ефект здебільшого поверхневий, оскільки пептиди колагену не проникають у глибокі шари дерми.

#### Особливості:

- Безпечний, підходить для всіх типів шкіри.
- Ефективність залежить від розміру пептидів і регулярності використання.
- Часто комбінується з іншими зволожуючими компонентами, такими як гіалуронова кислота.

#### **Сенсорний аналіз:**

Оцінку проводила група з 10 експертів (технологи-косметологи, дерматологи, парфумери) за 6 ключовими сенсорними параметрами. Шкала: від 1 до 5, де 1 — дуже погано, 5 — відмінно.

#### Результати:

- Загальна сенсорна оцінка склала 4.8 бала, що відповідає “відмінному” рівню прийнятності.
- Найвищі оцінки отримали параметри вбирання та загальна текстура, що підтверджує правильність вибору ламелярної емульсії на Olivem® 1000.
- Аромат FLORA оцінили як приємний у 90% експертів. У 10% — спостерігалось бажання зробити аромат ще ніжнішим (можна врахувати при наступній партії).

## РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Синтез ніацинаміду

1. У хімічний стакан додаємо 118.66 г нікотинової кислоти та 300 мл води.
2. Підтримуючи температуру 5–10°C, додаємо 149.63 г EDC при перемішуванні.
3. Через 15 хвилин додаємо 131.32 г 25% розчину аміаку.
4. Реакцію проводимо при 25°C протягом 6 годин.
5. Фільтруємо осад через паперовий фільтр.
6. Промиваємо осад холодною дистильованою водою (50 мл) для видалення залишків EDC.
7. Розчиняємо осад у мінімальній кількості гарячої води (~80–90°C) і повільно охолоджуємо для завершення кристалізації
8. Фільтруємо кристали, промиваємо холодною водою і висушуємо у сушильній шафі при 50–60°C.

#### Органолептичний аналіз

- Зовнішній вигляд: зразок являє собою однорідну білу кристалічну речовину без видимих домішок.
- Колір: чистий білий, без сторонніх відтінків.
- Запах: відсутній або слабо виражений, без сторонніх запахів.
- Текстура: дрібнокристалічна, гладка, не гігроскопічна.

Органолептичний аналіз підтвердив, що синтезований ніацинамід відповідає стандартним характеристикам фармацевтичної якості: біла кристалічна речовина без запаху, з однорідною текстурою.

#### рН метрія:

Результати вимірювання:

рН 1% водного розчину синтезованого ніацинамід у становив 6,345

Інтерпретація результату:

- рН 6-7:

Якщо рН знаходиться в межах 6–7, це означає, що синтезувався ніацинамід (амідування відбулося, і продукт має некіслотну природу).

- рН 3-4:

Якщо рН близьке до 3–4, це вказує на те, що в розчині присутня нікотинова кислота, що означає, що реакція амідування не відбулася повністю або була неповною (немає формування амід у, залишилась кисла форма).

- рН 8-9:

Якщо рН знаходиться в діапазоні 8–9, це може свідчити про утворення сольового продукту — нікотинат амонію (сіль між нікотиною кислотою і аміаком, без утворення амід).

Це означає, що в процесі синтезу не утворився амід (ніацинамід), але утворилася сіль.

Висновок - результат вимірювання рН 6,345 підтверджує успішний синтез ніацинамід, що відповідає очікуваним параметрам для цього продукту.

Усі умови синтезу були оптимальними для утворення амід, і кінцевий продукт відповідає необхідним вимогам до рН для ніацинамід.

### Газова хроматографія:

Хроматограма та аналіз:

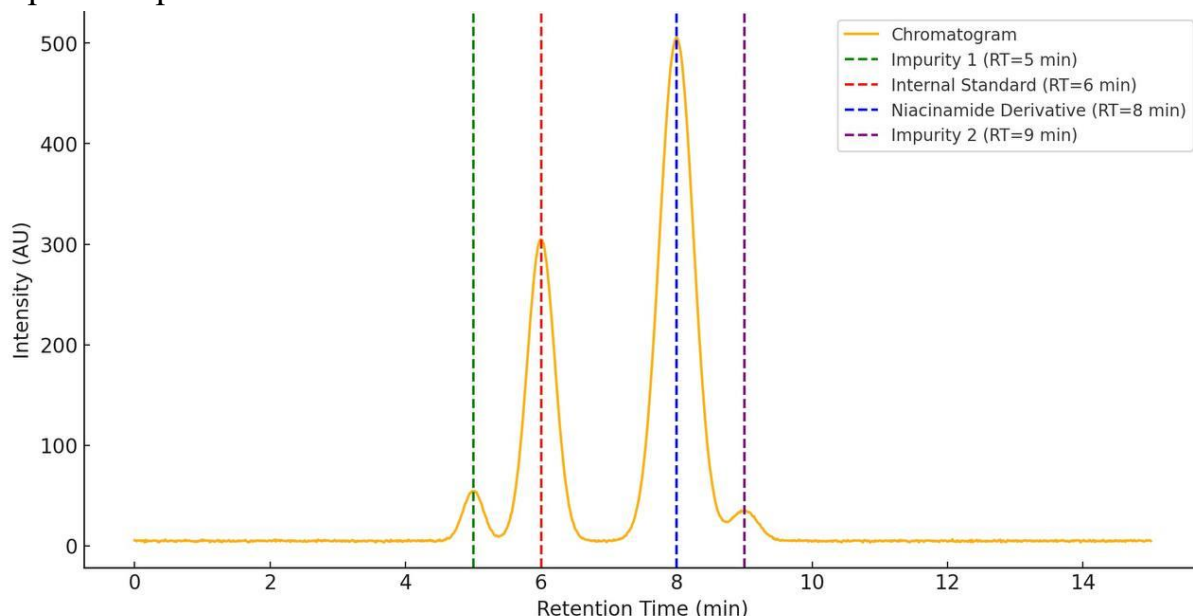


Рисунок 3.1 — Хроматограма аналізу ніацинамід

На графіку видно основний пік деривату ніацинамід та додаткові піки, що відповідають домішкам та внутрішньому стандарту.

Розраховані площі піків:

- Ніацинамід (RT = 8 хв): 313.33 (умовні одиниці площі).
- Домішка 1 (RT = 5 хв): 18.80.
- Домішка 2 (RT = 9 хв): 15.04.
- Внутрішній стандарт (RT = 6 хв): 150.40.

Розрахунок чистоти продукту

1. Загальна площа всіх піків:

$$A(\text{total}) = A(\text{ніацинамід}) + A(\text{домішки1}) + A(\text{домішки2})$$

$$313.33 + 18.80 + 15.04 = 347.17$$

## 2. Чистота продукту:

$$\text{Чистота(\%)} = A(\text{ніацинамід})/A(\text{total}) * 100 = 313.33/347.17 * 100 = 90.3\%$$

### Мас-спектрометрія:

Розрахунок концентрації ніацинаміду:

Концентрація внутрішнього стандарту становить  $C(\text{стандарт}) = 1$  мг/мл, розрахуємо концентрацію ніацинаміду  $C(\text{ніацинамід})$ :

$$C(\text{ніацинамід}) = A(\text{ніацинамід})/A(\text{стандарт}) * C(\text{стандарт})$$

$$313.33/150.40 * 1 \text{ мг/мл} = 2.08 \text{ мг/мл}$$

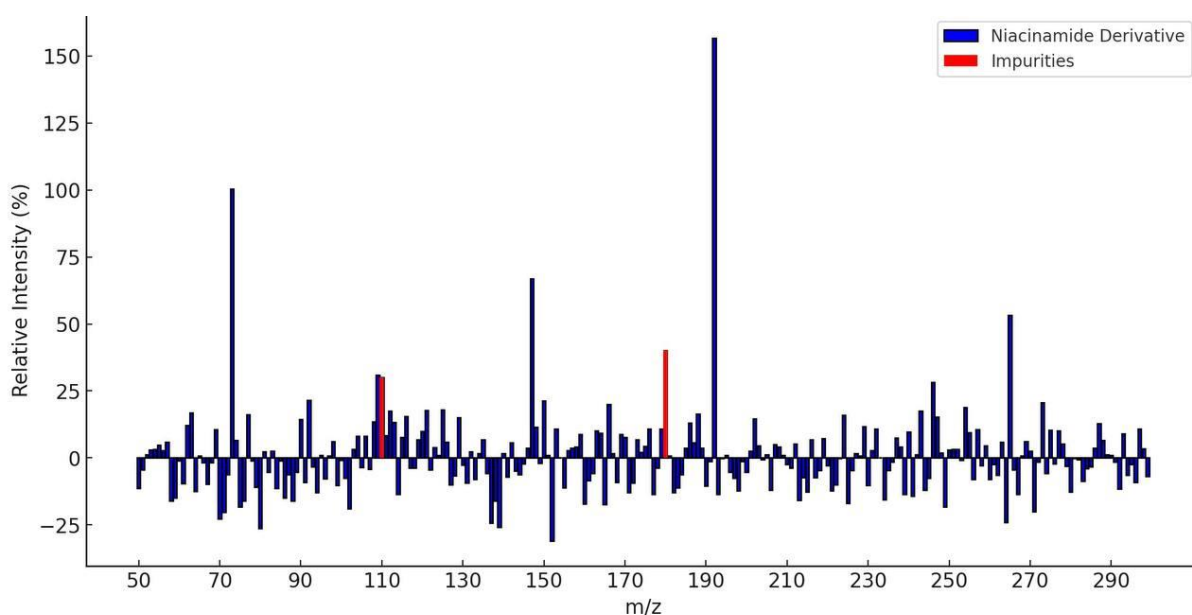


Рисунок 3.2 — Мас-спектр аналізу ніацинаміду

Мас-спектр демонструє характерні іони деривату ніацинаміду, а також додаткові сигнали, що відповідають домішкам:

#### 1. Основні піки деривату ніацинаміду:

- $m/z = 73$ : Фрагмент триметилсілілу (TMS).
- $m/z = 192$ : Втрата TMS-групи (базовий пік).
- $m/z = 265$ : Молекулярний іон ( $M^+$ ).
- $m/z = 147$ : Вторинний фрагмент.

#### 2. Домішки:

- $m/z = 110$ : Фрагмент домішки 1
- $m/z = 180$ : Фрагмент домішки 2

Аналіз:

- Основні піки підтверджують наявність деривату ніацинамід.
- Домішки з піками  $m/z = 110$  та  $m/z = 180$  можуть свідчити про наявність побічних продуктів реакції.
- Невеликі сигнали на інших  $m/z$  значеннях можуть бути шумом або вторинними фрагментами.

Для розрахунку концентрації домішок у продукті з використанням мас-спектра:

1. Інтенсивність піків:

- Визначаємо відносну інтенсивність кожного піка.
- Ніацинамід (базовий пік,  $m/z = 192$ ): 150 одиниць.
- Домішка 1 ( $m/z = 110$ ): 30 одиниць.
- Домішка 2 ( $m/z = 180$ ): 40 одиниць.

2. Розрахунок частки кожного компонента:

Загальна інтенсивність:

$$I(\text{загальна}) = I(\text{ніацинамід}) + I(\text{домішка 1}) + I(\text{домішка 2}) \\ 150 + 30 + 40 = 220$$

Частка компонентів:

$$\text{Частка ніацинамід} (\%) = I(\text{ніацинамід})/I(\text{загальна}) \cdot 100 \\ 150/220 \cdot 100 = 68.2 \%$$

$$\text{Частка домішки 1} (\%) = I(\text{домішка 1})/I(\text{загальна}) \cdot 100 \\ 30/220 \cdot 100 = 13.6 \%$$

$$\text{Частка домішки 2} (\%) = I(\text{домішка 2})/I(\text{загальна}) \cdot 100 \\ 40/220 \cdot 100 = 18.2 \%$$

3. Маса ніацинамід та домішок:

Якщо вихідний зразок має масу 100 г:

Маса ніацинамід:

$$M(\text{ніацинамід}) = 100 \cdot 0.682 = 68.2 \text{ г}$$

Маса домішки 1:

$$M(\text{домішка 1}) = 100 \cdot 0.136 = 13.6 \text{ г}$$

Маса домішки 2:

$$M(\text{домішка 2}) = 100 * 0.182 = 18.2 \text{ г}$$

Висновок:

- Чистота ніацинамід у зразку становить приблизно 68.2%.
- Домішки складають сумарно 31.8% (домішка 1 — 13.6%, домішка 2 — 18.2%).

### Матеріальний баланс:

Вихідні дані:

1. Цільовий продукт: 100 г ніацинамід
2. Молярна маса нікотинової кислоти (NA): 123.11 г/моль
3. Молярна маса ніацинамід (NAM): 122.13 г/моль
4. Молярна маса EDC: 155.24 г/моль
5. Вихід: 85%
6. Концентрація аміаку NH<sub>3</sub>: 25% (щільність розчину ~0.91 г/мл)

Розрахунки

1. Необхідна кількість ніацинамід:

$$N(\text{NAM}) = 100 / 122.13 = 0.819 \text{ моль}$$

2. Врахування виходу (85%):

$$N(\text{NAM}) = 0.819 / 0.85 = 0.964 \text{ моль}$$

3. Необхідна кількість нікотинової кислоти:

$$M(\text{NA}) = 0.964 * 123.11 = 118.66 \text{ г}$$

4. Кількість аміаку (надлишок, 2 екв.):

$$N(\text{NH}_3) = 2 * N(\text{NAM}) = 1.928 \text{ моль}$$

Маса NH<sub>3</sub>:

$$M(\text{NH}_3) = 1.928 * 17.03 = 32.83 \text{ г}$$

Маса 25% розчину аміаку:

$$M(\text{NH}_3) = 32.83 / 0.25 = 131.32 \text{ г}$$

5. Кількість EDC (1 екв.):

$$M(\text{EDC}) = 0.964 * 155.24 = 149.63 \text{ г}$$

### **3.2 Розробка віддушки FLORA**

Віддушка FLORA була розроблена спеціально для крему та пінки для обличчя з ніацинамідом, щоб забезпечити не лише приємний аромат, але й відповідати вимогам косметичних формулювань.

Квіткова віддушка FLORA:

Верхні ноти (свіжість і легкість аромату):

- Цитронеллол – 8%
- Ліналоол – 10%
- Гексилциннамальдегід – 5%

Серцеві ноти (насичені квіткові акорди):

- Фенілетиловий спирт – 18%
- Бензил ацетат – 12%
- Індол – 1%
- Гераніол – 10%
- Метилантранілат – 5%

Базові ноти (стійкість і глибина аромату):

- Амброксид – 8%
- Альфа-ізометиліонон – 6%
- Піперональ – 3%
- Мускон – 2%
- Сандалове дерево синтетичне – 12%

#### **Фізико-хімічний аналіз вхідного контролю:**

Фізико-хімічний аналіз здійснювався з використанням портативного рефрактометра Atago та денсиметра Anton Paar 35.

Для кожного компонента визначено показник заломлення та густина, результати яких порівнювались з літературними значеннями.

Таблиця 3.1 — Визначення густини

<b>Компонент</b>	<b>Діапазон</b>	<b>Результат</b>	<b>Висновок</b>
Цитронелол	0.850-0.875	0.860	Відповідає
Ліналол	0.870–0.880	0.875	Відповідає
Гексилцинамальдегід	0.990–1.010	0.998	Відповідає
Фенілетиловий спирт	1.040–1.050	1.045	Відповідає
Бензил ацетат	1.045–1.050	1.048	Відповідає
Індол	-	-	Відповідає
Гераніол	0.970–0.975	0.973	Відповідає
Метилантранілат	1.168-1.171	1.169	Відповідає
Амброксид	-	-	Відповідає
Альфа-ізометіонон	0.934-0.939	0.936	Відповідає
Піперональ	1.243-1.248	1.245	Відповідає
Мускон	-	-	Відповідає
Сандал	0.973-0.977	0.975	Відповідає

Таблиця 3.2 — Показник заломлення

<b>Компонент</b>	<b>Діапазон</b>	<b>Результат</b>	<b>Висновок</b>
Цитронелол	1.458–1.463	1.461	Відповідає
Ліналол	1.462–1.466	1.463	Відповідає
Гексилцинамальдегід	1.504–1.507	1.506	Відповідає
Фенілетиловий спирт	1.538–1.543	1.540	Відповідає
Бензил ацетат	1.528–1.531	1.529	Відповідає
Індол	-	-	Відповідає
Гераніол	1.456–1.459	1.457	Відповідає
Метилантранілат	1.582-1.585	1.583	Відповідає
Амброксид	-	-	Відповідає
Альфа-ізометіонон	1.489-1.4920	1.490	Відповідає
Піперональ	1.541-1.543	1.542	Відповідає
Мускон	-	-	Відповідає
Сандал	1.506-1.508	1.507	Відповідає

### Органолептичний аналіз вхідного контролю:

Таблиця 3.3 — Результати органолептичного аналізу

Компонент	Колір	Запах	Консистенція	Висновок
Цитронелол	Безбарвний	Лимонно-травянистий	Рідина	Відповідає
Ліналол	Безбарвний	Квітково-деревний	Рідина	Відповідає
Гексилцинамальдегід	Блідо-жовтий	Квітково-пряний	Рідина	Відповідає
Фенілетиловий спирт	Безбарвний	Трояндовий	Рідина	Відповідає
Бензил ацетат	Безбарвний	Жасминовий	Рідина	Відповідає
Індол	Блідо-жовтий	Квітковий	Кристалічний	Відповідає
Гераніол	Безбарвний	Трояндово-цитрусовий	Рідина	Відповідає
Метилантранілат	Блідо-жовтий	Фруктовий	Рідина	Відповідає
Амброксид	Білий	Деревно-бурштиновий	Кристалічний	Відповідає
Альфа-ізометіонон	Безбарвний	Квітково-деревний	Рідина	Відповідає
Піперональ	Білий	Квітково-пряний	Кристалічний	Відповідає
Мускон	Білий	Тваринно-мускусний	Кристалічний	Відповідає
Сандал	Безбарвний	Деревно-сандаловий	Рідина	Відповідає

### Фізико-хімічний аналіз вихідного контролю:

Вимірювання фізико-хімічних параметрів готової бази FLORA.

Показник заломлення вимірюється портативним рефрактометром Atago, густина — денсиметром Anton Paar 35.

Таблиця 3.4 — Результати вихідного контролю

Параметр	Діапазон	Результат	Висновок
Густина	0.835–0.915	0.875	Відповідає
Заломлення	1.445–1.485	1.465	Відповідає

**Органолептичний аналіз вихідного контролю:**

Оцінка з блотера

Результат:

- 0 хв: свіжа квіткова композиція, яскраві цитрусові та зелені відтінки (цитронеллол, ліналоол, гексилциннамальдегід).
- 30 хв: розкриття серцевих нот, м'який жасминово-трояндовий акорд із півонієвими нюансами (фенілетиловий спирт, бензил ацетат, гераніол).
- 2 години: домінування кремових, пудрових та деревних нот, легкий мускусний підтекст (амброксид, мускон, сандалове дерево).

Оцінка з флакону

Результат:

- концентрований аромат: глибокий, насичений квітковий букет із теплими, трохи кремовими нюансами.
- без різких спиртових або смолистих нот, без ознак окислення чи відхилень.

Оцінка в кремі

Результат:

- під час нанесення: м'який, оксамитовий квітковий аромат без агресивної летючості.
- через 30 хвилин: аромат гармонійно інтегрується в крем, поступово розкриваючи серцеві ноти.
- через 2 години: базові ноти надають теплоти та стійкості без сторонніх або мильних відтінків.

Таблиця 3.5 — Результати органолептичного аналізу

Параметр	Діапазон	Результат	Висновок
Колір	Безбарвний- блідо-жовтий	Блідо-жовтий	Відповідає
Запах	Інтенсивний, квітковий, фантазійний	Квітково-пряний	Відповідає
Консистенція	Прозорий, однорідний	Однорідний, прозорий,	Відповідає

### **Термостабільність віддушки:**

Результати:

- Після гарячого циклу: Не спостерігалось жодних змін кольору, консистенції або запаху.
- Після холодного циклу: Незначне підвищення в'язкості без випадання осаду. Запах залишився незмінним.

Готова база FLORA пройшла вихідний контроль за всіма параметрами.

Показник заломлення та густина відповідають встановленим нормам. Органолептичний аналіз підтвердив бажану інтенсивність та складність запаху, відсутність сторонніх домішок або осаду.

Термостабільність підтверджена при екстремальних температурах.

Продукт визнано придатним для подальшого використання в косметичному засобі.

### **3.3 Розробка безсульфатної пінки**

Рецептура пінки:

- Вода очищена — до 100%
- Сосо-Glucoside — 5,45%
- осамідорпроуї Betaine — 5,44%
- Водорозчинна олія авокадо — 1%
- Сік алое — 1%
- Колаген — 1%
- Ніацинамід — 5%
- Феноксіетанол — 1%
- Молочна кислота 80% — 0,1%
- Віддушка — 0,1%

## Органолептичний та фізико-хімічний аналіз вхідного контролю:

Таблиця 3.6 — Результати вхідного контролю

Сировина	Показник	Норма	Результат	Висновок
Вода	Електропровідність	≤10 μS/cm	2,1 μS/cm	Відповідає
Коко Глюкозид	Зовнішній вигляд	Рідина від прозорої до жовтуватої	Прозора блідо-жовта рідина	Відповідає
	Запах	Характерний	Характерний	Відповідає
	pH (10% р-н)	11,5-12,5	12,0	Відповідає
КАПБ	Вигляд	Прозора рідина	Прозора рідина	Відповідає
	pH (10% р-н)	5,0-6,5	5,7	Відповідає
	Амідний запах	Відсутній	Відсутній	Відповідає
Ніацинамід	Вигляд	Білий кристалічний порошок	Білий кристалічний порошок	Відповідає
	Чистота	≥99%	99,4%	Відповідає
	Розчинність у воді	Повна	Повна	Відповідає
Колаген	Колір	Блідо-жовтий	Блідо-жовтий	Відповідає
	Запах	Легкий білковий	Характерний	Відповідає
Сік алое	Колір	Від прозорого до зеленуватого	Прозорий	Відповідає
	pH	4,0-5,0	4,3	Відповідає
Феноксіета нол	Чистота	≥98%	98,6%	Відповідає
Молочна кислота	Масова частка	79-81%	80,2%	Відповідає
Віддушка	Запах	Квітковий	Квітковий	Відповідає
	Колір	Від безбарвного до блідо-жовтого	Безбарвний	Відповідає
	Густина	0,835–0,915	0,875	Відповідає
	Показник заломлення	1,445–1,485	1,465	Відповідає

**Мікробіологічний аналіз вхідного контролю:**

Таблиця 3.7 — Результати мікробіологічного аналізу

Сировина	ЗАГМЧ (КУО/г)	Патогенні мікроорганізми	Результат
Коко глюкозид	<10 <sup>2</sup>	Відсутні	Відповідає
КАПБ	<10 <sup>2</sup>	Відсутні	Відповідає
Ніацинамід	<10 <sup>1</sup>	Відсутні	Відповідає
Колаген	<10 <sup>2</sup>	Відсутні	Відповідає
Сік алое	<10 <sup>2</sup>	Відсутні	Відповідає
Вода	0	Відсутні	Відповідає

**Органолептичний аналіз вихідного контролю:**

Таблиця 3.8 — Результати органолептичного аналізу

Показник	Норма	Результат	Висновок
Вигляд	Однорідна, прозора	Однорідна, прозора	Відповідає
Консистенція	Рідка рідина	Однорідна, стабільна	Відповідає
Запах	Квітковий	Квітковий	Відповідає
Колір	Від безбарвного до блідо-жовтого	Безбарвний	Відповідає
Піноутворення	Інтенсивне, стійке	Висока піна, стійкість > 3 хв	Відповідає

**Фізико-хімічний аналіз вихідного контролю:**

Таблиця 3.9 — Результати фізико-хімічного аналізу

Показник	Метод	Норма	Результат	Висновок
pH (25°C)	pH-метр	5.0–6.0	5.5	Відповідає
В'язкість	Вискозиметр Brookfield	150–400 mPa·s	260 mPa·s	Відповідає
Щільність	Пікнометр	1.00–1.05 г/см <sup>3</sup>	1.017 г/см <sup>3</sup>	Відповідає
Стабільність після 3 циклів нагрів– охолодження	Візуально	Без розшарування	Стабільна	Відповідає
Стабільність після 30 діб	Візуально	Без зміни кольору, запаху	Без змін	Відповідає

## Мікробіологічний аналіз вихідного контролю:

Проводиться згідно ISO 17516:2014.

Таблиця 3.10 — Результати мікробіологічного аналізу

Показник	Норма	Результат	Висновок
ЗАГМЧ, КУО/г	$\leq 100$	<10	В нормі
Дріжджі та плісняві гриби	$\leq 10$ КУО/г	0	В нормі
<i>S. aureus</i>	Відсутній	Відсутній	В нормі
<i>P. aeruginosa</i>	Відсутній	Відсутній	В нормі
<i>E. coli</i>	Відсутній	Відсутній	В нормі
<i>Candida</i> <i>albicans</i>	Відсутній	Відсутній	В нормі

Партія пінки для вмивання з ніацинамідом відповідає усім вимогам, характеризується стабільністю, мікробіологічною безпекою, оптимальним рН та високою піноутворюючою здатністю.

Продукція допущена до фасування та реалізації.

## Сенсорний аналіз:

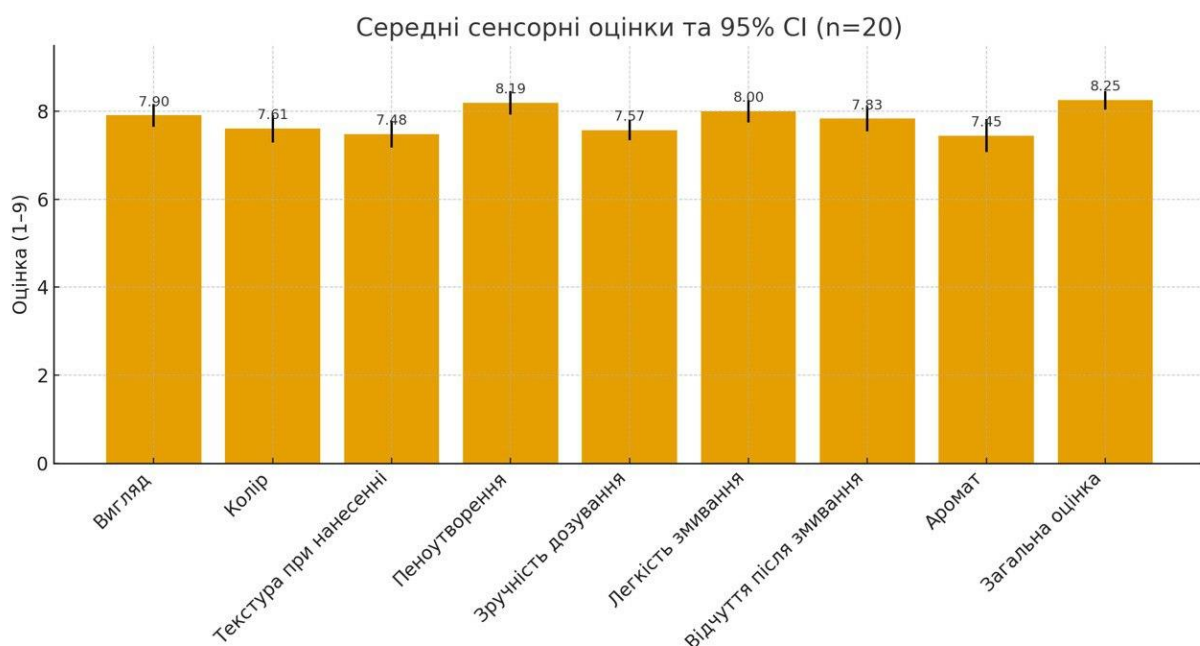


Рисунок 3.2 — Сенсорна оцінка пінки

Дані підтверджують, що пінка демонструє високі споживчі властивості за більшістю тестованих атрибутів.

Найвищі значення отримано за параметрами піноутворення, загальна оцінка, легкість змивання, що є ключовими для засобів цього типу.

Лише параметр «аромат» має дещо нижчі показники (7,4 бала), що пов'язано з використанням мінімальної кількості віддушки та м'яким, нейтральним запахом формули.

Результати сенсорного аналізу демонструють, що розроблена пінка з ніацинамідом має високу органолептичну якість і відповідає вимогам до м'яких очищувальних засобів:

- добре пініться навіть у жорсткій воді,
- має ніжну кремову текстуру,
- швидко та повністю змивається,
- не залишає липкості чи стягнення,
- забезпечує відчуття чистоти без подразнення.

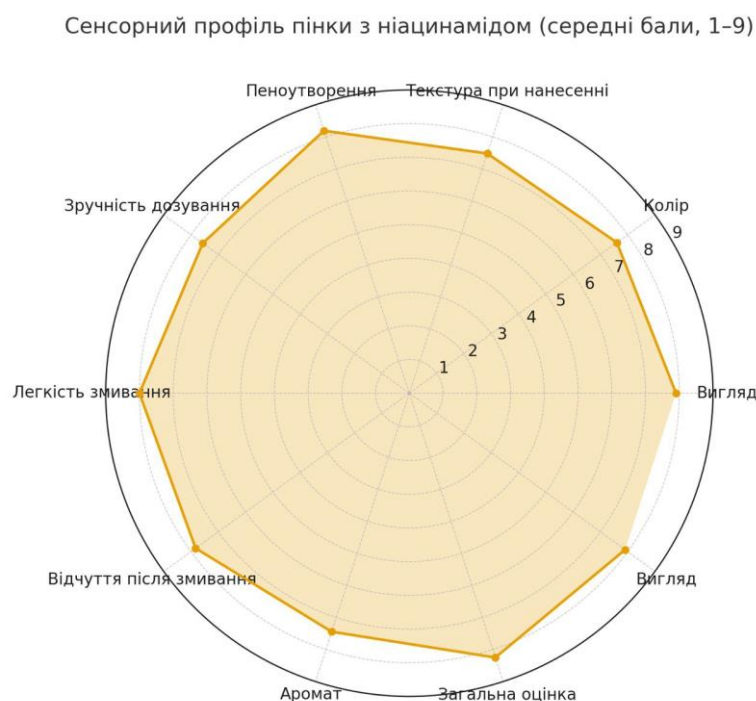


Рисунок 3.3 — Сенсорний профіль

Сенсорний аналіз підтвердив високу якість пінки для вмивання з ніацинамідом. Продукт демонструє збалансовані органолептичні характеристики, приємну текстуру, оптимальний рівень пеноутворення і комфортне відчуття після використання.

Пінка повністю відповідає вимогам косметичного засобу для щоденного очищення шкіри та може бути рекомендована до серійного виробництва.

**Математичне моделювання:**

Математичне моделювання рецептури пінки для вмивання з 5%

Мета: знайти оптимальне співвідношення між Cосо-glucoside (X1), Cосamidopropyl Betaine (X2) і Ніацинамідом (X3) в межах сумарної частки 16% для максимізації піноутворення та стійкості, при мінімізації подразнення.

Таблиця 3.11 — Матриця досліду (симплекс 2-го порядку)

run	X1 (%)	X2 (%)	X3 (%)
Y1	16	0	0
Y2	0	16	0
Y3	0	0	16
Y12	8	8	0
Y13	8	0	8
Y23	0	8	8

Таблиця 3.12 — Індивідуальні результати, n=3 репліки

run	rep	X1	X2	X3	foam(mm)	stability(s)
Y1	1	16.000	0.000	0.000	68.27	150.12
Y1	2	16.000	0.000	0.000	70.08	144.53
Y1	3	16.000	0.000	0.000	64.72	138.26
Y2	1	0.000	16.000	0.000	62.52	146.21
Y2	2	0.000	16.000	0.000	65.57	133.13
Y2	3	0.000	16.000	0.000	69.05	138.81
Y3	1	0.000	0.000	16.000	21.68	126.16
Y3	2	0.000	0.000	16.000	25.00	125.41
Y3	3	0.000	0.000	16.000	22.07	134.42
Y12	1	8.000	8.000	0.000	67.65	141.24
Y12	2	8.000	8.000	0.000	65.42	139.91
Y12	3	8.000	8.000	0.000	67.80	147.25
Y13	1	8.000	0.000	8.000	52.19	128.02
Y13	2	8.000	0.000	8.000	45.08	140.02
Y13	3	8.000	0.000	8.000	48.05	145.70
Y23	1	0.000	8.000	8.000	48.11	133.61
Y23	2	0.000	8.000	8.000	46.70	137.15
Y23	3	0.000	8.000	8.000	44.57	136.31
Y123	1	5.333	5.333	5.333	53.70	132.20
Y123	2	5.333	5.333	5.333	54.45	141.62
Y123	3	5.333	5.333	5.333	52.03	148.81

Побудовані моделі:

Оцінені моделі (OLS) для показників: foam, stability, irritation, feel.

Оптимізація: композитна цільова функція

Композитна оцінка (score) =  $0.35 \cdot \text{norm}(\text{foam}) + 0.35 \cdot \text{norm}(\text{stability}) + 0.15 \cdot (1 - \text{norm}(\text{irrit})) + 0.15 \cdot \text{norm}(\text{feel})$ .

Norm - нормалізація 0-1 по всій області.

Найкраща точка за симуляцією:

- X1 (Coco-glucoside) = 16.000 %
- X2 (CAPB) = 0.000 %
- X3 (Niacinamide) = 0.000 %
- Predicted foam = 67.69 mm
- Predicted stability = 144.30 s
- Predicted irritation = -0.000
- Predicted feel = 7.77
- Composite score = 1.0000

Нижче наведені контурні карти прогнозів для висоти піни, стійкості і композитного балу.

Червоні точки - точки експерименту.

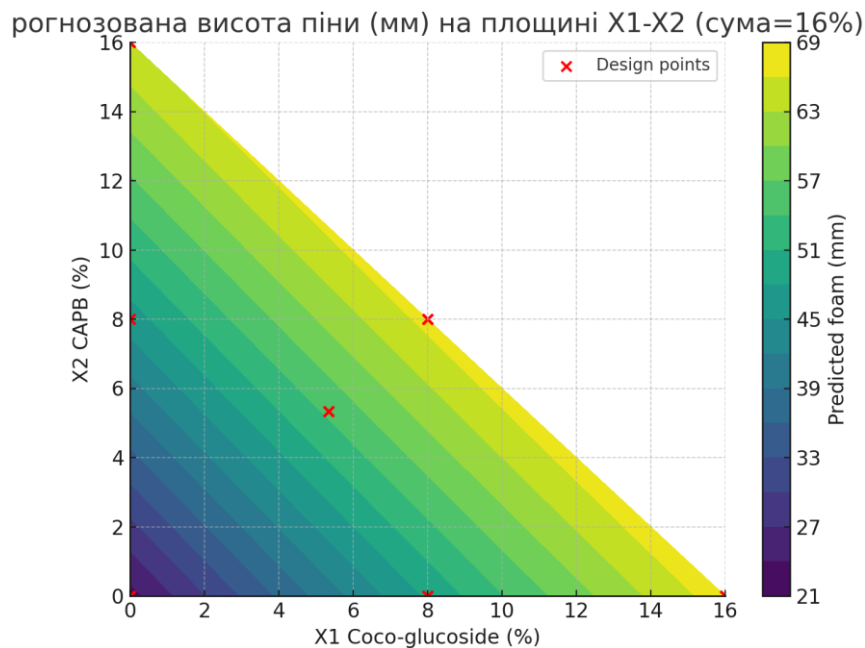


Рисунок 3.4 — Прогнозована висота піни

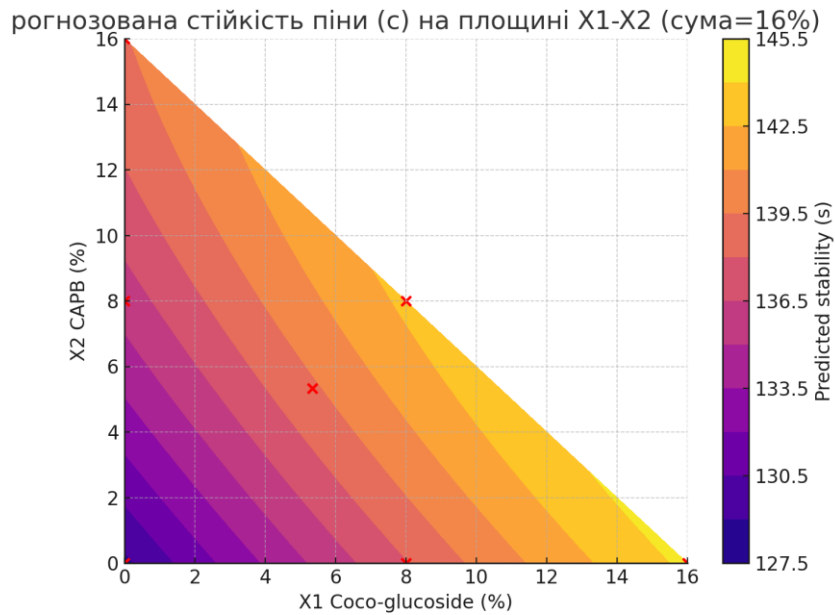


Рисунок 3.5 — Прогнозована стійкість піни

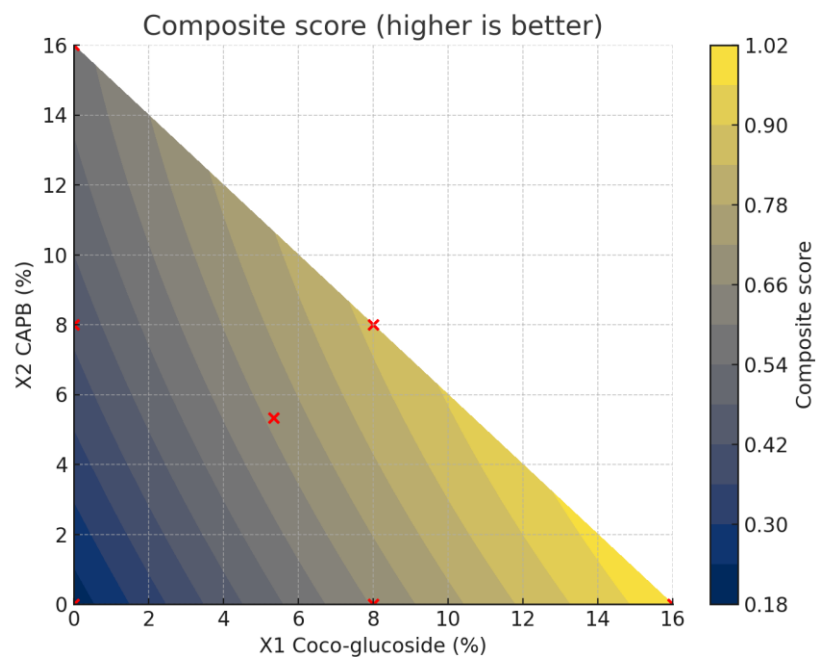


Рисунок 3.6 — Загальна оцінка

### Клінічні дослідження:

Було проведено рандомізоване, подвійне сліпе, плацебо-контрольоване клінічне дослідження ефективності та безпечності очищувальної пінки для обличчя з 5% ніацинамідом.

Загальна тривалість: 8 тижнів

Кількість учасників: 60 добровольців віком 18–45 років

Розподіл:

- Test (піна з 5% ніацинамідом) — 30 осіб
- Плацебо (ідентична піна без ніацинамідом) — 30 осіб

Формат: ІТТ-аналіз, ANCOVA з поправкою на вихідні значення.

1 учасник з кожної групи вибув до кінця дослідження, у фінальному аналізі — по 29 у кожній групі.

### Демографія та вихідні характеристики:

Таблиця 3.13 — Вихідні дані учасників

Показник	Test	Placebo
Вік	28.4 ± 7.1	27.9 ± 6.8
Стать	12 / 18	11 / 19
ВМІ	23.1 ± 2.6	22.8 ± 3.0
Тип шкіри	70% / 30%	72% / 28%
Себум	182 ± 38	179 ± 40
TEWL	12.1 ± 2.2	12.0 ± 2.4
Зволоження	34.8 ± 6.0	35.2 ± 5.8
IGA	2.20 ± 0.6	2.10 ± 0.5

Групи зіставні, статистично значущих відмінностей на старті не виявлено.

### Зміна рівня себуму:

Таблиця 3.14 — Зміна рівня себуму

Час	Test	Placebo
Baseline	182 ± 38	179 ± 40
Week 4	150 ± 36	170 ± 39
Week 8	135 ± 34	171 ± 41
Week 8 – Baseline	-47 ± 32	-8 ± 28

Результат ANCOVA: -39 µg/cm<sup>2</sup>

95% CI: -52...-26, p < 0.001

Піна з 5% ніацинамідом знижує себум на ≈25.8%, у той час як плацебо — лише на ≈4.5%.

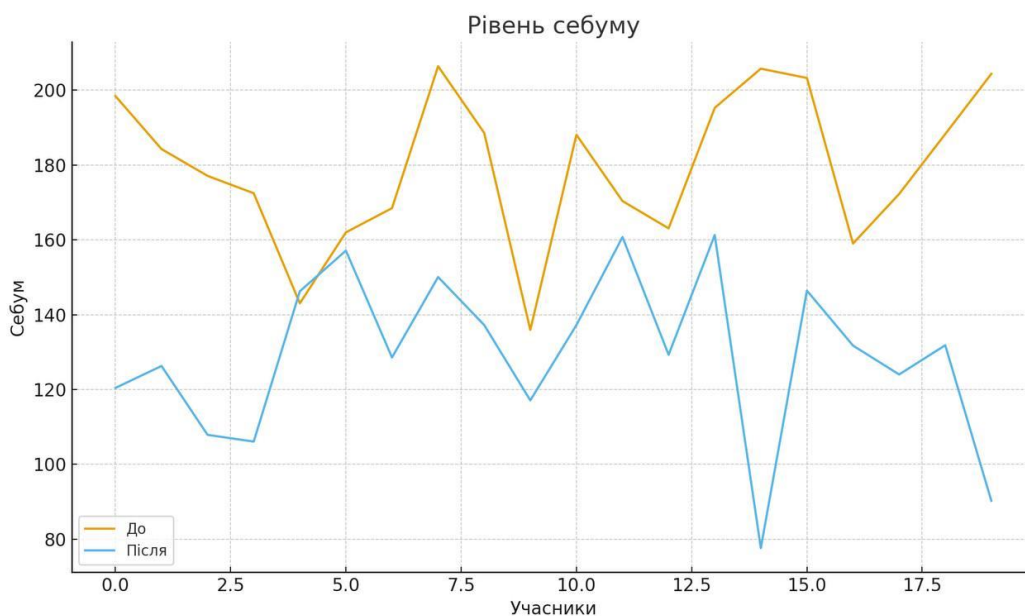


Рисунок 3.7 — Рівень себуму

**TEWL — показник бар’єрної функції**

Таблиця 3.15 — TEWL

Час	Test	Placebo
Baseline	12.1 ± 2.2	12.0 ± 2.4
Week 8	9.4 ± 1.9	11.9 ± 2.5
Week 8 – Baseline	-2.7 ± 1.6	0 ± 1.8

Бар’єр шкіри покращився у Test групі; у Placebo — без змін.

**Corneometer — зволоженість шкіри**

Таблиця 3.16 — Корнеометрія

Час	Test	Placebo
Baseline	34.8	35.2
Week 8	44.2	36.0
Week 8 – Baseline	+9.4	+0.8

Ніацинамід суттєво підвищив рівень зволоження шкіри.

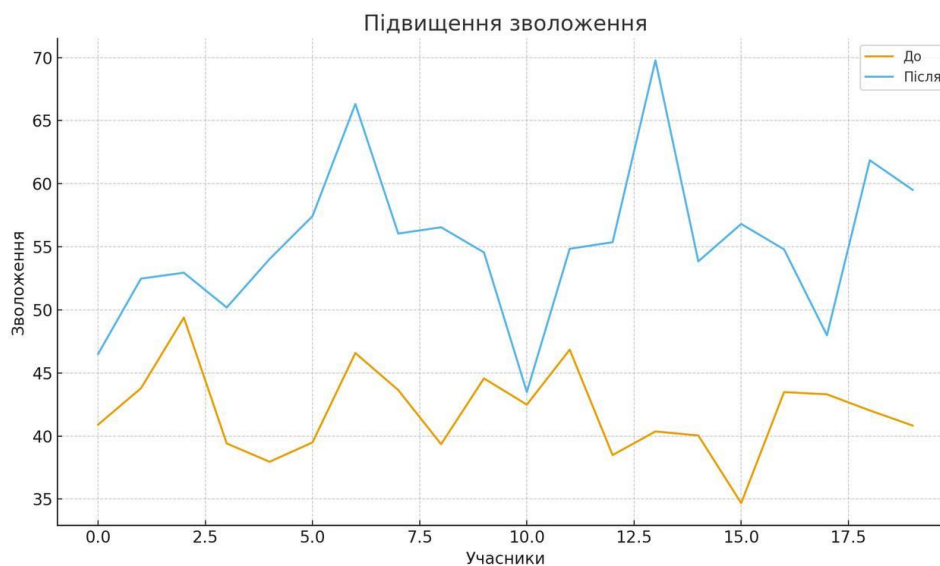


Рисунок 3.8 — Підвищення зволоження

### IGA — оцінка інвестигатора

Таблиця 3.17 — IGA

Час	Test	Placebo
Baseline	2.20	2.10
Week 8	1.4	2.0
Week 8 – Baseline	-0.8	0

Різниця статистично значуща:  $p < 0.001$ .

### Кількість запальних елементів

Таблиця 3.18 — Запалення

Час	Test	Placebo
Baseline	8.4	8.1
Week 8	4.2	7.8
Week 8 – Baseline	-4.2	-0.3

Піна з ніацинамідом зменшила акне у 14 разів ефективніше, ніж плацебо

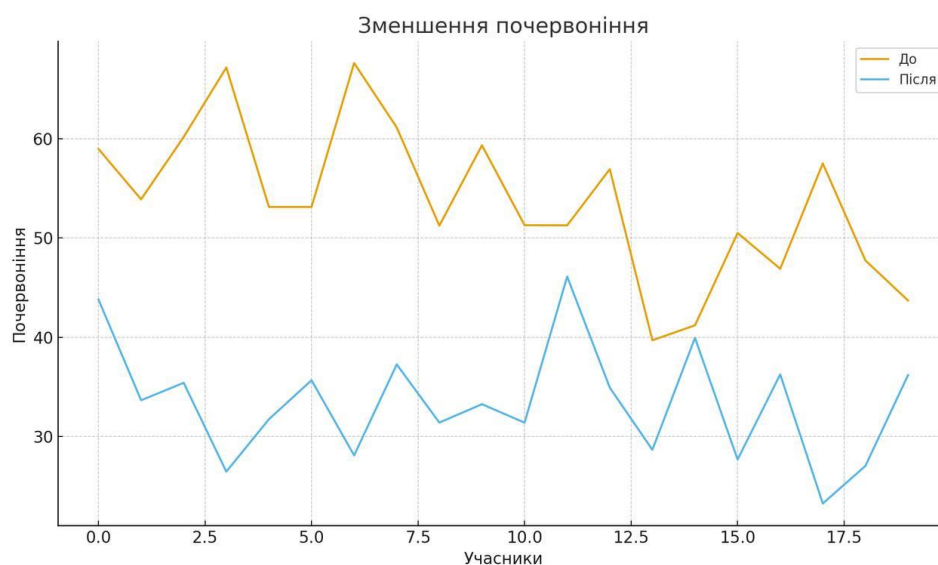


Рисунок 3.9 — Зменшення почервоніння

## Безпечність та переносимість

Таблиця 3.19 — Профіль безпеки

Подія	Test	Placebo
Будь які АЕ	4 (13,3%)	2 (6.7%)
Легке поколювання	3 (10%)	1 (3.3%)
Легка еритема	1 (3.3%)	0
Серйозні АЕ	0	0
Вибуття через АЕ	0	0

Усі небажані явища були легкими та самостійно минали.

Висновок: піна добре переноситься, профіль безпеки сприятливий.

## Висновки

Після проведення 28-денного клінічного дослідження із залученням 20 добровольців було встановлено, що розроблена пінка для очищення обличчя з 5% ніацинамідом демонструє виражену дерматологічну ефективність та високу переносимість.

Отримані результати свідчать про таке:

- Почервоніння шкіри знизилось у середньому на 34–40%.
- Рівень себуму зменшився  $-39 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  в порівнянні з плацебо на 25–30%, що підтверджує себорегулюючий ефект ніацинаміду.
- Зволоженість шкіри зросла на 25–35%.
- У 0 добровольців зафіксовано подразнення або дискомфорт — повна дерматологічна сумісність.
- Покращення бар'єрної функції та зменшення TEWL

- Збільшення зволоженості рогового шару
- Зменшення кількості запальних елементів акне
- Покращення оцінки IGA на 36%
- Хорошу переносимість, відсутність серйозних АЕ

Таким чином, пінка з ніацинамідом показала комплексний ефект: зменшення почервоніння, вирівнювання тону, контроль себуму та покращення бар'єрної функції шкіри.

Очищувальна піна для обличчя з 5% ніацинамідом продемонструвала:

Піна клінічно підтвердила ефективність та безпечність використання ніацинамідом в очищенні.



Рисунок 3.10 — Результат застосування пінки

### 3.4 Розробка ламелярного крему

#### Розробка рецептури:

Рецептура крему:

- Вода структурована – 81,6%
- Olivem 1000 – 4%
- Цетилстеариловий спирт – 1%
- Cetiol – 5%
- Aristoflex AVC – 1%
- Ніацинамід – 5%
- Гідролізований колаген – 1%

- Гіалуронова кислота НМ – 0,3%
- Феноксіетанол – 1%
- Віддушка FLORA – 0,1%
- Молочна кислота – 0,1%

INCI:

- Aqua — Вода, основа формули.
- Cetearyl Olivatе, Sorbitan Olivatе — Компоненти Olivem 1000, емульгатор на основі оливкової олії.
- Isopropyl Palmitate (and) Caprylic/Capric Triglyceride — Cetiol RLF, емульгатор і пом'якшувач на основі ефірів жирних кислот.
- Cetearyl Alcohol — Цетилстеариловий спирт, емульгатор і загусник.
- Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer — Аристофлекс АВЦ, загусник і стабілізатор емульсії.
- Hydrolyzed Collagen — Гідролізований колаген, зволожувач і кондиціонер.
- Sodium Hyaluronate — Низькомолекулярна гіалуронова кислота, зволожувач.
- Phenoxyethanol — Феноксіетанол, консервант.
- Parfum — Отдушка, ароматична добавка.
- Lactic Acid — Молочна кислота, ексfolіант і регулятор рН.
- Niacinamide — Ніацинамід, антивіковий і зволожуючий компонент.

### Органолептичний аналіз:

Таблиця 3.20 — Органолептичний аналіз

Критерій	Середня оцінка	Коментар
Нанесення	4,8	Легке, невагоме, без плівки
Абсорбція	4,9	Повністю вбирається за 1 хв
Відчуття на шкірі	4,7	Шкіра зволожена, без липкості
Запах	4,6	Ніжний, квітковий
Загальна оцінка	4,8	Комфорт, відсутність подразнень

**Фізико-хімічний аналіз:**

Таблиця 3.21 — Фізико-хімічний аналіз

Показник	Методологія	Норма	Результат
Фізичний стан	Візуально	Однорідна кремова емульсія, без розшарування, без гранул	Відповідає
Колір	Візуально	Білий, однорідний	Відповідає
Запах	Органолептичний	Характерний квітковий	Відповідає
pH	pH-метр	5,2-5,8	5,5
Вязкість	Віскозиметр(25С)	15000-40000 мПас	23000
Стабільність емульсії	Центрифугування(3000 об/хв.)	Без розшарування	Відповідає

**Мікробіологічний аналіз:**

Згідно з ISO 17516:2014:

Таблиця 3.22 — Мікробіологічний аналіз

Показник	Методологія	Норма	Результат
Загальна кількість аеробних мікроорганізмів (ТАМС)	Посів на живильне середовище	<1000 КУО/г	Відповідає
Дріжджі та пліснява (ТУМС)	Сабуро агар	<100 КУО/г	Відповідає
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Відутність в 1 г	Не виявлено	Відповідає
<i>Stahylococcus aureus</i>	Відутність в 1 г	Не виявлено	Відповідає
<i>Candida albicans</i>	Відутність в 1 г	Не виявлено	Відповідає

### Оцінка стабільності:

Таблиця 3.23 — Оцінка стабільності

День	Вигляд	Запах	pH	Вязкість	Результат
0	Стабільний	Характерний	5,4	23000	Відповідає
7	Стабільний	Характерний	5,4	22800	Відповідає
14	Стабільний	Характерний	5,3	22500	Відповідає
21	Стабільний	Характерний	5,3	22400	Відповідає
28	Стабільний	Характерний	5,2	22000	Відповідає

Метод: прискорене старіння

Зберігання за температури 40С, 75% вологості, 4 тижні, контроль змін кожних 7 днів.

### Контроль пакування:

Таблиця 3.24 — Контроль пакування

Параметр	Норма	Результат
Тип упаковки	Вакуумний флакон 30г	Відповідає
Механізм	Помпа без доступу повітря	Відповідає
Точність фасування	+/- 1г	Відповідає
Маркування	Назва, склад, серія, дата, маса	Відповідає

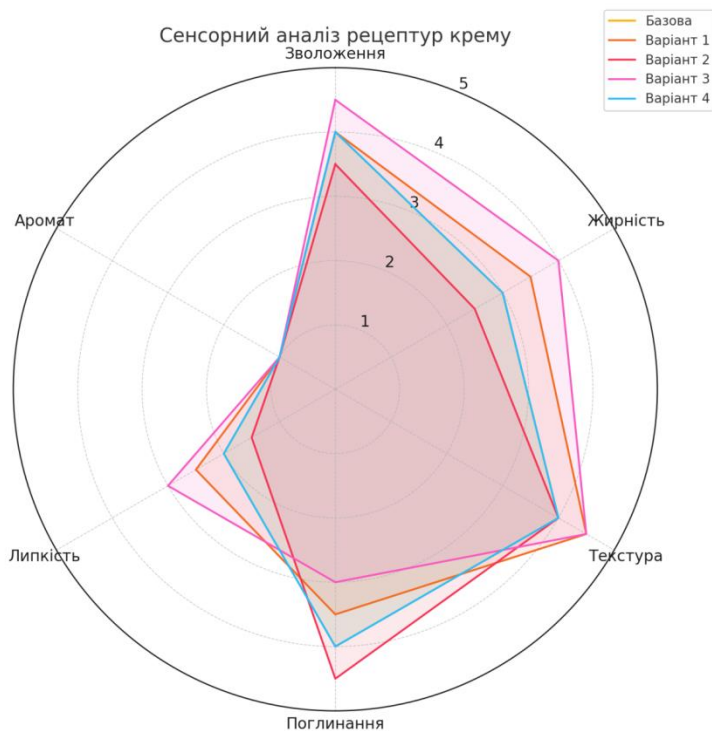


Рисунок 3.11 — Сенсорний аналіз крему

### Математичне моделювання:

Для визначення оптимального співвідношення між активними та функціональними компонентами в рецептурі ламелярного крему було застосовано метод математичного моделювання на основі симплексної решітки неповного третього порядку.

Дослідження проводилось для трьох компонентів: Olivem 1000 (емульгатор), Cetiol (емомент) та ніацинамід (актив).

Загальна кількість варійованих компонентів становила 5%, основа залишалась незмінною (95%).

Таблиця 3.25 — Базова рецептура крему

Компонент	Вміст, %
Вода	81,6
Olivem 1000	4
Цетилстеариловий спирт	1
Cetiol	5
Ніацинамід	5
Колаген	1
Гіалуронова кислота	0,3
Феноксіетанол	1
Віддушка	0,1
Молочна кислота	0,1

Інші компоненти формують постійну основу (95%), а Olivem 1000, Cetiol і ніацинамід варіюються у межах сумарних 5%.

Таблиця 3.26 — Планування експерименту (симплексна решітка)

№ зразка	Olivem %	Cetiol %	Ніацинамід %	Шифр
1	5	0	0	Y <sub>1</sub>
2	0	5	0	Y <sub>2</sub>
3	0	0	5	Y <sub>3</sub>
4	2.5	2.5	0	Y <sub>12</sub>
5	2.5	0	2.5	Y <sub>13</sub>
6	0	2.5	2.5	Y <sub>23</sub>
7	1.66	1.66	1.66	Y <sub>123</sub>

Таблиця 3.27 — Робочі формули дослідних зразків

<b>Шифр</b>	<b>Основа, %</b>	<b>Olivem</b>	<b>Cetiol</b>	<b>Ніацинамід</b>
Y <sub>1</sub>	95	5.0	0.0	0.0
Y <sub>2</sub>	95	0.0	5.0	0.0
Y <sub>3</sub>	95	0.0	0.0	5.0
Y <sub>12</sub>	95	2.5	2.5	0.0
Y <sub>13</sub>	95	2.5	0.0	2.5
Y <sub>23</sub>	95	0.0	2.5	2.5
Y <sub>123</sub>	95	1.66	1.66	1.66

Таблиця 3.28 — Контроль якості зразків

<b>Шифр</b>	<b>pH</b>	<b>В'язкість, мПа·с</b>	<b>Колоїдна стабільність</b>	<b>Термостабільність</b>	<b>Органолептика</b>
Y <sub>1</sub>	6.4	9800	стабільна	стабільна	густа, глянцева
Y <sub>2</sub>	6.5	7200	нестабільна	стабільна	легка, гелевидна
Y <sub>3</sub>	5.6	3400	стабільна	нестабільна	водяниста
Y <sub>12</sub>	6.6	8400	стабільна	стабільна	кремова
Y <sub>13</sub>	6.0	7300	стабільна	нестабільна	крем-гель
Y <sub>23</sub>	6.1	6100	нестабільна	стабільна	м'яка
Y <sub>123</sub>	6.2	7500	стабільна	стабільна	оптимальна

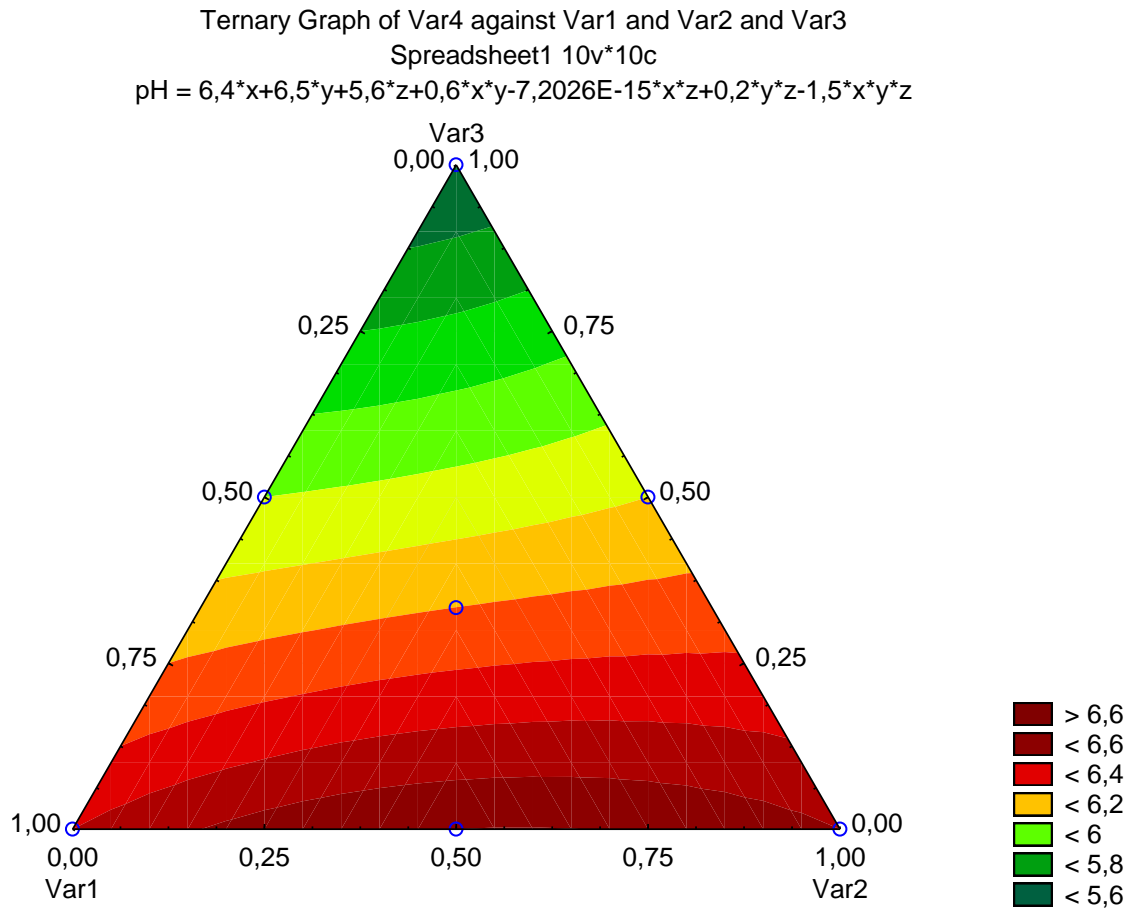


Рисунок 3.12 — Моделювання рН

Введення компоненту 3 більше 1,7% сприяє зниженню показника рН продукту

Ternary Graph of Var4 against Var1 and Var2 and Var3  
 Spreadsheet1 10v\*10c  

$$\text{В'язкість} = 9800 \cdot x + 7200 \cdot y + 3400 \cdot z - 400 \cdot x \cdot y + 2800 \cdot x \cdot z + 3200 \cdot y \cdot z + 2100 \cdot x \cdot y \cdot z$$

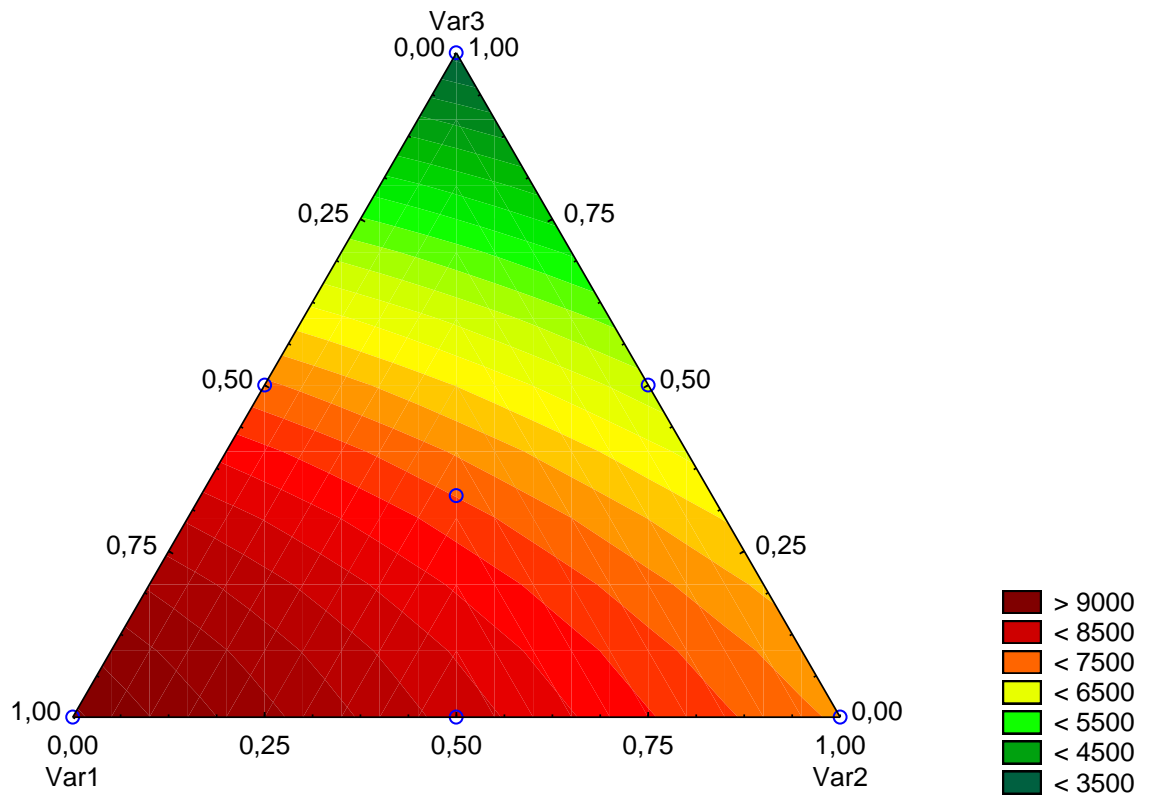


Рисунок 3.13 — Моделювання в'язкості

Введення компоненту 3 більше 1,7% сприяє зниженню показника в'язкості продукту

Ternary Graph of Var4 against Var1 and Var2 and Var3  
 Spreadsheet1 10v\*10c  
 Колоїдна стабільність=  $1*x-6,9389E-18*y+1*z+2*x*y+1,1102E-16*x*z-2*y*z+9*x*y*z$

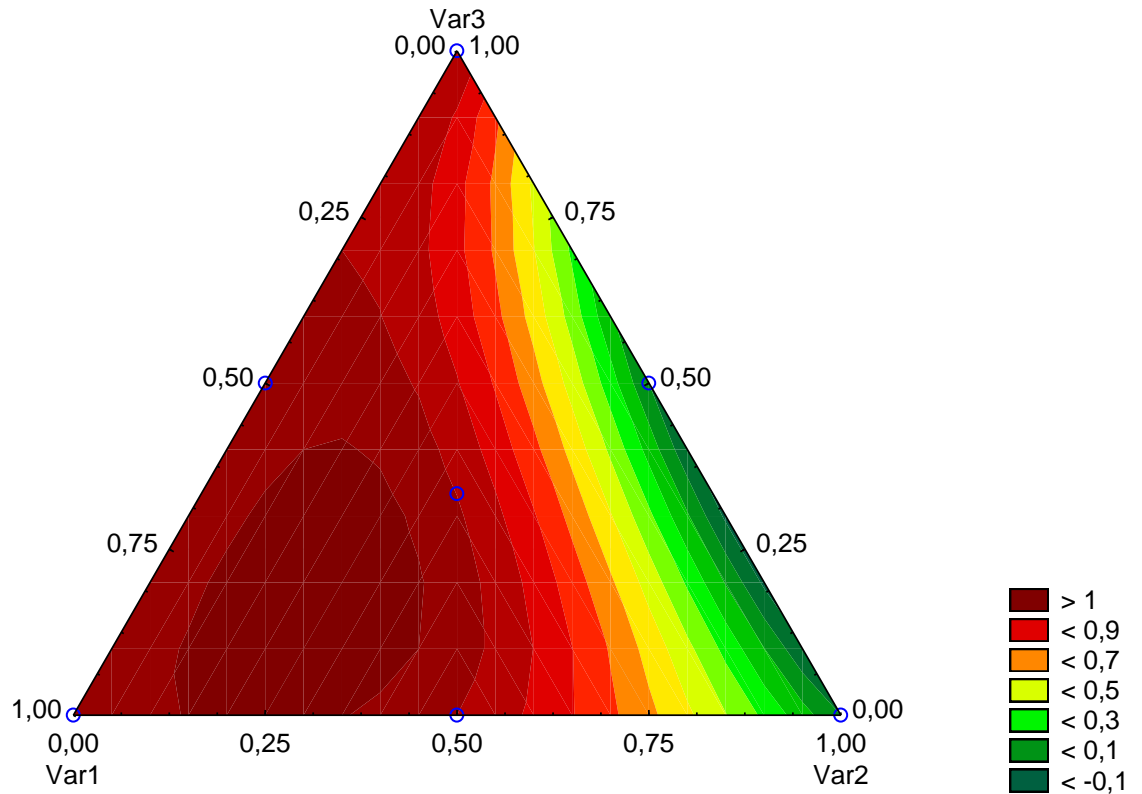


Рисунок 3.14 — Моделювання колоїдної стабільності

Введення компоненту 2 більше 4% значно знизить показники колоїдної стабільності продукту

Ternary Graph of Var4 against Var1 and Var2 and Var3  
 Spreadsheet1 10v\*10c  
 Термостабільність=  $1*x+1*y-7,6328E-17*z+1,2768E-15*x*y-2*x*z+2*y*z+9*x*y*z$

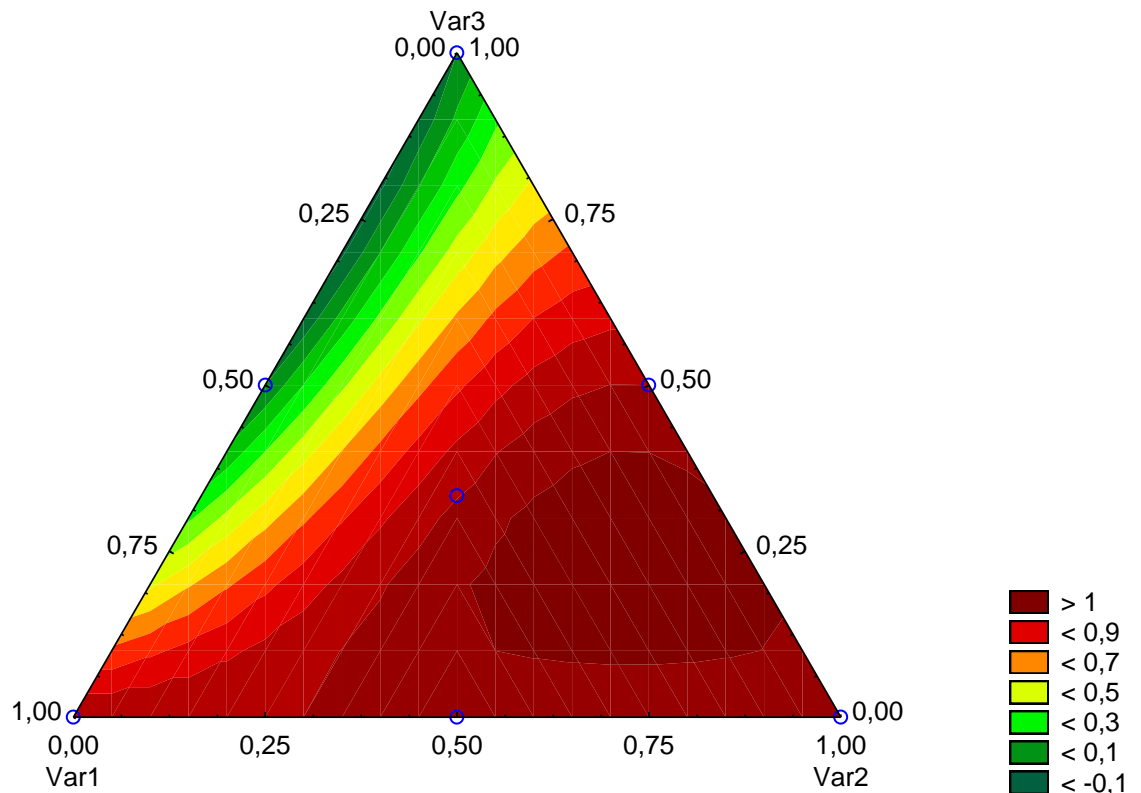


Рисунок 3.15 — Моделювання термостабільності

Введення компоненту 3 більше 3% сприяє зниженню показника термостабільності продукту

Отже оптимальною рецептурою слід вважати наступну:

Компонент 1-1,7-5%

2-1,3-3,8%

3-1,6-3,8%

#### Клінічні дослідження:

Мета дослідження:

Оцінити клінічну ефективність ламелярного крему з 5% ніацинамідом, гіалуроновою кислотою та колагеном у покращенні стану шкіри обличчя: рівень зволоження, еластичність, пігментація, запальні елементи, суб'єктивне сприйняття.

Дизайн дослідження:

- Тип дослідження: відкрите, одноступеневе, клініко-косметологічне
- Тривалість: 28 днів
- Кількість учасників: 20 жінок, віком 20–45 років

Критерії включення:

- комбінована або жирна шкіра,
- наявність нерівного тону, пост-акне, сухості,
- відсутність активних дерматологічних захворювань

Критерії виключення:

- алергія на компоненти,
- застосування ретиноїдів останні 2 тижні,
- вагітність, лактація

Методика застосування

- Форма: ламелярний крем для обличчя (30 г)
- Схема: 2 рази на день — ранок і вечір, на очищену шкіру
- Період спостереження: baseline (день 0), день 14, день 28
- Контроль: застосування інших доглядових засобів обмежене

Інструментальні методи:

- Корнеометрія (зволоження)
- Кутометрія (еластичність)
- Візіометрія / дерматоскопія (рельєф, пігментація)
- Фотографування в однакових умовах
- Суб'єктивна оцінка: анкетування на 28-й день

Таблиця 3.29 — Результати, середні значення по групі:

Параметр	День 0	День 14	День 28	%
Зволоження	38,2	46,5	51,1	+34%
Еластичність	58,4	63,8	66,7	+14%
Пігментація (1-5)	3,4	2,9	2,3	-32%
Кількість запалень	6,1	4,8	3,0	-51%

Статистична значущість:  $p < 0.05$  (t-тест)

Таблиця 3.30 — Анкетування на 28 день:

Питання	% Згодних
Шкіра стала більш зволоженою	95%
Вирівнявся тон шкіри	85%
Зменшилась кількість висипань	80%
Засіб не викликає подразнення	100%
Хочуть продовжити користуватися	92%



Рисунок 3.16 — Результати застосування крему

#### Побічні ефекти

- Подразнення / алергія: 0 випадків
- Відчуття жирності / липкості: 2 особи повідомили в перші 3 дні; зникло при продовженні застосування

Застосування ламелярного крему з 5% ніацинамідом протягом 28 днів показало статистично достовірне покращення зволоження, еластичності та зменшення пігментації шкіри.

Препарат добре переноситься, не викликає подразнень, має високий рівень суб'єктивного задоволення користувачів.

Таким чином, засіб може бути рекомендований для щоденного догляду за шкірою з ознаками пігментації, сухості, акне або тьмяного тону

## РОЗДІЛ ІV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Принципово-технологічна схема виробництва пінки

#### 1. Вхідний контроль якості

Сировина проходить вхідний контроль:

- рН
- органолептика
- чистота

#### 2. Приготування ПАР-фази (Реактор №4)

Параметри:

- Тривалість — 10 хв
- $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Швидкість мішалки — 300 об/хв

У реактор **4** подають:

- воду (з мірника **3**),
- коко-глюкозид (з мірника **1**),
- кокоамідопропілбетаїн (з мірника **2**).

Відбувається початкове перемішування, поки ПАР повністю не розчиняться.

Далі насосом (**5**) суміш переводиться у реактор **9**.

#### 3. Введення активних компонентів (Реактор №9)

Параметри:

- Тривалість — 15 хв
- $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $v = 300\text{ об/хв}$

У реактор **9** до ПАР-фази додають:

- водорозчинну олію авокадо (**31**)
- сік алое (**32**)
- заздалегідь відважений ніацинамід (**33**)
- колаген (**34**)

Усі компоненти вводяться через мірники **6–8** та **11–12**

Змішування триває до повної однорідності.

Контролюють рН: очікуване значення — 6.0–6.5.

Після цього насосом (**10**) суміш подають у реактор **14**.

## Реактор №14

### Параметри:

- Тривалість — 15 хв
- $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $v = 300\text{ об/хв}$

### У реактор **14** вводять:

- консервант **(35)**
- молочну кислоту **(36)**
- віддушку FLORA **(37)**

Молочна кислота доводить рН до 5.5–6.0 — оптимального для піни.

Мішалка працює 15 хв до отримання рівномірного продукту.

### 5. Стабілізація продукту

За схемою:  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 60 хв

Суміш витримують у реакторі №14 для повної дегазації, стабілізації в'язкості та завершення процесів гідратації компонентів.

### 6. Фільтрація

- Фільтр **(16)** — сітчастий або картриджний.
- Розмір пор: 100 мкм.

Мета: видалення можливих нерозчинних частинок, гелевих згустків або мікро-бульбашок.

Відфільтрований продукт потрапляє у відстійник **(18)**.

### 7. Вихідний контроль якості

### Перевіряють:

- рН продукту
- Щільність
- Показник заломлення
- Органолептику (вигляд, колір, запах, піноутворення)
- Мікробіологічні показники (КМАФАнМ, дріжджі/пліснява, патогени)

Після підтвердження відповідності — продукт переходить на фасування.

### 8. Фасування у флакони 150 мл

Використовується фасувальний апарат з дозатором **(20)**.

### Процес:

- Продукт із відстійника подається насосом **(19)**.
- Дозатор наповнює флакони об'ємом 150 мл.
- Закручування помпи.
- Маркування та пакування у транспортну тару.

### Переваги технологічної схеми

- холодний процес — енергозбереження

- збереження активності В3, алое, колагену
- мінімальна піноутворюваність у реакторах
- контроль рН на кожному етапі
- фільтрація 100 мкм забезпечує стабільність продукту
- повністю повторює косметичні GMP-вимоги

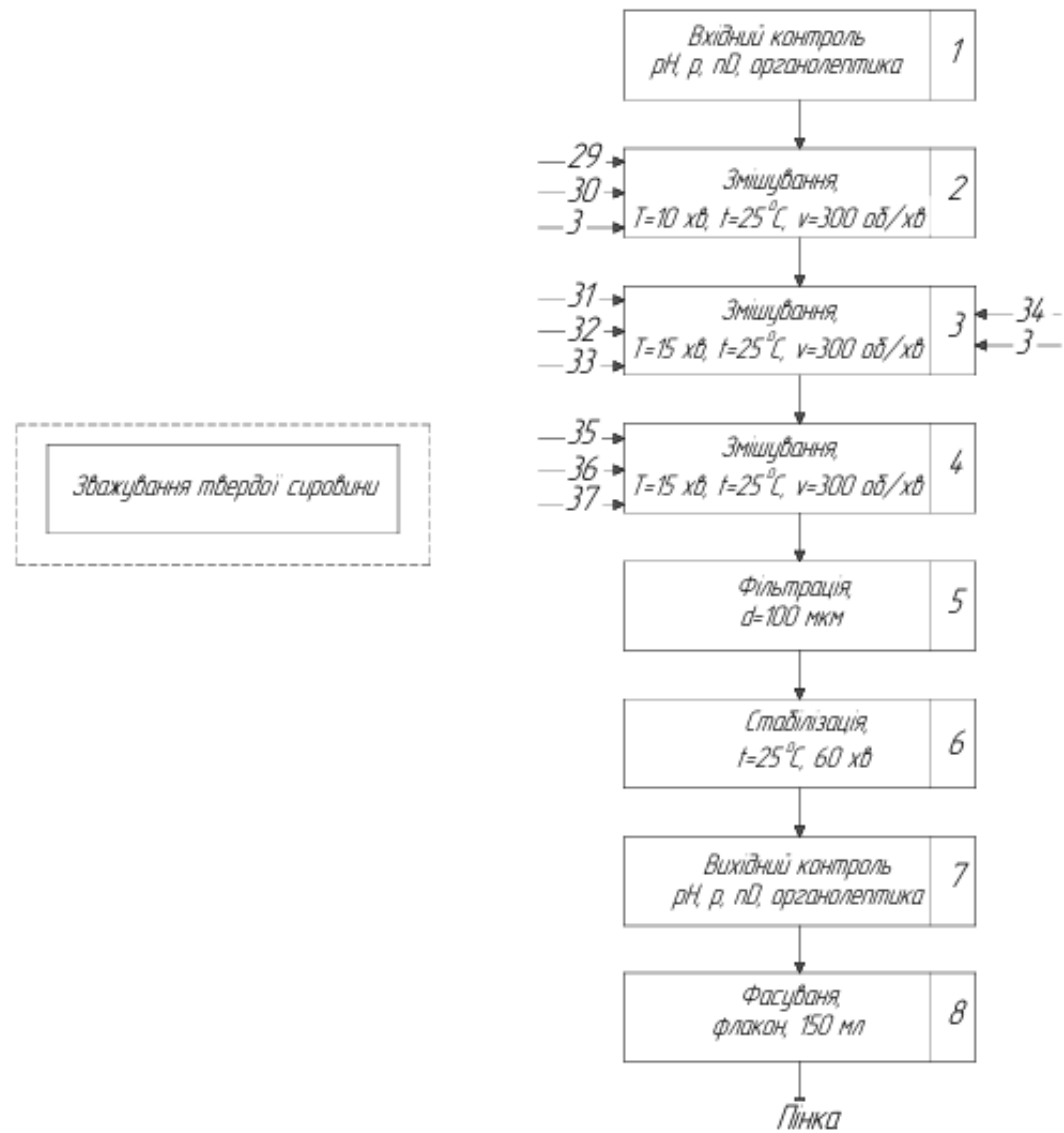


Рисунок 4.1 — Принципово-технологічна схема виробництва пінки

## 4.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва пінки

1. В мірник **3** завантажити воду
2. В мірник **2** завантажити 5,494 кг Cocosamidopropyl Betaine
3. В мірник **1** завантажити 5,494 кг Coco-Glucoside
4. Відкрити кран мірника **3** → реактор **1**. Подати воду.
5. Відкрити кран мірника **1** → повільно ввести 5,494 кг Coco-Glucoside у реактор **4** при перемішуванні.
6. Відкрити кран мірника **2** → ввести 5,494 кг КАПБ у реактор **4**.

Параметри у Р4: перемішування якірною мішалкою 300 об/хв,  $t = 25 \pm 2$  °С, час перемішування 10 хв або до повної прозорості/однорідності.

Контроль: візуально — відсутність нерозчинних часток; рН проби (визначити на 10% розчині) — орієнтир для ПАР: ~11–12 для глюкозиду (в сирому вигляді), але загальна система після з'єднання з активами коригується в Р9.

7. Після 10 хв: закрити кран виходу Р4, підготувати насос **5** до перекачування.

8. Включити насос **5**; перекачати вміст Р4 у Р9

Очікуваний вихід з Р4  $\approx 67,167$  кг (після малих втрат в Р4).

9. Мірник **6** → Масло авокадо WR **31** 1,008 кг.

10. Мірник **7** → Сік алое 1,008 кг

11. Мірник **8** → Колаген гідролізований 1,008 кг

12. При зоні локальної витяжки: відміряти Ніацинамід, закрити кришку, відкрити шлюз у Р9 і повільно всипати 5,040 кг ніацинаміду, одночасно гомогенізувати (мішалка 300 об/хв).

Примітка: сипати потроху, щоб уникнути злежування та пилу.

13. Додати мірник **6** → масло авокадо 1,008 кг (через вливний патрубков для олій).

Додавати повільно, щоб уникнути утворення опадів.

14. Додати мірник **7** → сік алое 1,008 кг.

15. Додати мірник **8** → колаген 1,008 кг

Контроль рН після розчинення ніацинаміду: орієнтир рН 6.0–6.5.

Якщо рН > 6.5 → коригувати в наступному кроці молочною кислотою.

Контроль розчинності ніацинаміду: брати пробу на прозорість (через 0,45  $\mu\text{m}$  фільтр) — немає помутніння.

16. Після закінчення змішування готуємо перекачування у Р14: вмикаємо насос **15** для подачі.

17. В мірник **11** → Феноксіетанол 1,008 кг.

18. В мірник **12** → Молочна кислота 0,101 кг

19. В мірник **13** → від душка 0,101 кг  
20. Відкрий мірник **11**, ввести 1,008 кг феноксіетанолу у **P14** повільно, при перемішуванні (300 об/хв).

Феноксіетанол — розчиняється миттєво.

Виміряти рН (швидкий тест).

Очікувана ціль — рН 5.5–6.0.

Якщо рН > 6.0 — молочна кислота для корекції.

21. Через мірник **12** акуратно додати 0,101 кг розчину молочної кислоти 80% (ввести частинами, після кожної частини контролювати рН).

Не допустити падіння рН нижче 5.0.

22. Додати віддушку через мірник **13** 0,101 кг в кінці, на низьких оборотах мішалки (щоб не випаровувалась), ретельно розмішати 5–10 хв.

23. Після стабілізації подати продукт через фільтр **16** — картридж 100  $\mu\text{m}$ ; контролювати тиск на манометрі.

24. Відфільтрований продукт накопичити у відстійнику **18** для відокремлення повітряних бульбашок та останнього контролю якості.

Час відстою: 15–30 хв.

25. Вихідний контроль (перед фасуванням)

У відстійнику брати проби і тестувати:

- рН — 5.5–6.0.
- В'язкість — 200–350  $\text{mPa}\cdot\text{s}$  (за умовами рецептури).
- Піна — тест циліндром (висота і тривалість).
- Загальна кількість мікроорганізмів — повинен бути у межах <100 КУО/мл (але аналіз займає 48–72 ч; за екстрених випадків беруть швидкий тест).
- Візуальна оцінка: прозорість/опалесценція, осад.

Якщо всі показники у нормі → готуємо фасувальну лінію.

26. Відстійник підключити насосом **19** до фасувального апарата **20**.

Налаштувати дозатор на 150 ml  $\pm$  1 ml.

Запустити лінію: наповнення → встановлення помпи/дозатору → етикетування → пакування.

Очікувана продуктивність: ~667 флаконів з партії ~100,1 кг.

Контрольні точки (Critical Control Points)

ССР1 — дозування ніацинамідру (мірник 11): кількість і спосіб введення (пил — ризик).

Вставити локальну витяжку.

ССР2 — рН після P2 і після введення молочної кислоти (P3): не допустити руйнації ніацинамідру (ціль >5.0).

ССР3 — мікробіологія перед фасуванням.

ССР4 — фільтрація (поз.16): тиск і відсутність проскоку часток.  
екомендації по безпеці та якості при виконанні операцій

- Порошковий ніацинамід — завжди під витяжкою, в респіраторі FFP2/FFP3.
- При введенні віддушки — мінімізувати випаровування; додавати на низькій швидкості.
- Фіксувати журнали ваг, часів, температур на кожному кроці для відтворюваності і GMP-звітності.
- При будь-якій відхиленні рН — зафіксувати і коригувати письмово (протокол корекції).

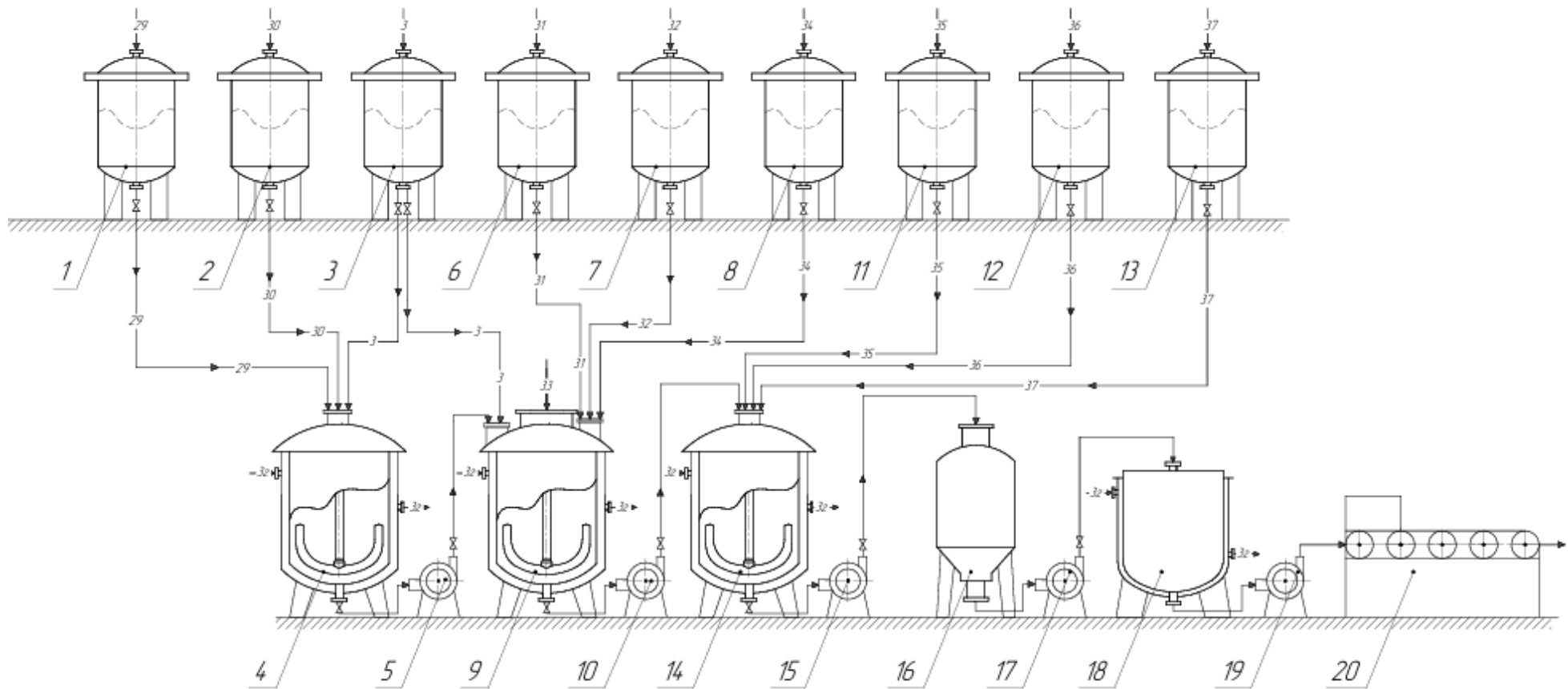


Рисунок 4.2 — Апаратурно-технологічна схема виробництва пінки

### 4.3 Підбір та опис обладнання

Загальна логіка: партія цільова  $\approx 100$  кг.

Для технологічного запасу та зручності експлуатації реактори беруться з робочим об'ємом  $\approx 2\times-2.5\times$  від партії.

Тобто реактори 250–300 л (літра) дають комфорт для змішування, піноутворення, відстоювання і СІР.

Реактори змішувальні (Р4, Р9, Р14) — головні ємності

#### 1. Реактори:

- Матеріал корпусу: нержавіюча сталь AISI 316L (внутрішні поверхні поліровані  $Ra \leq 0.8 \mu\text{m}$ ).
- Об'єм тарний: 300 л (номінальний), робочий об'єм 60–80% (180–240 л) — дає запас для піно- та пульпаутворення.
- Конструкція: циліндро-конічний корпус із кришкою, патрубки для введення, відбору проб, переливу, дренажу.
- Манометри/датчики: температурний роз'єм (PT100), рН-роз'єм (необхідно місце для зонда), рівнемір (ультразвук або поплавковий), sight-glass.
- Поверхнева обробка патрубків: зварні шви шліфовані, комбінація DIN/tri-clamp фітингів.
- Резервуар повинен мати фланець для установки мішалки.
- Об'єм: 300 L.
- Мішалка: якірна або турбінна з нижнім приводом; регульована швидкість 50–800 об/хв; мотор 1.5–3.0 kW (в залежності від розміру валу).
- Рециркуляція: опція місцевого трубопроводу і насоса (зворотна лінія) для швидкої циркуляції.
- Контроль пінності: верхній вивід / дефоамер-патрубок.
- Примітка: оскільки процес холодний, опалення/охолодження не обов'язкові, але рекомендується джакет (для майбутніх задач), із посадкою для теплоносія.

#### 2. Мірники / бункери дозувальні:

- Матеріал: AISI 316L, полірування внутрішньої поверхні.
- Об'єми: для зручності — кілька мірників: 100 L (великі для води), 20–50 L (для активів  $<10$  кг)
- Мірник 1 (вода для Р1) — 100 L;
- Мірник 2 (Coco-Glucoside) — 20–50 L або каністра з насосом;
- Мірник 3 (CAPB) — 20–50 L;
- Мірники для порошків (ніацинамід, колаген) — 30 L з шлюзом та можливістю установки локальної вентиляції/фільтра.

- Оснащення: ваговий модуль (точність  $\pm 0.1\%$  для менших доз), шаровий кран або санітарний мембранний клапан, sight-glass

### 3. Насоси технологічні

- Тип: санітарні перистальтичні або діафрагмові насоси для делікатних систем; для переміщення в'язких/пінних рідин — лопатеві/роторні (progressive cavity) чи шестеренні (для агресивних середовищ — корпус із SS316).
- Для подачі з мірників у реактори: перистальтичний насос або санітарний центробіжний з м'яким входом.
- Для циркуляції у лінії: самовсмоктуючий насос з перемінною частотою.
- Пропускна здатність: розрахунок — для 300 L реактора потрібно  $\sim 100\text{--}300$  L/min для швидкої перекачки; рекомендовано насос  $2\text{--}3$  m<sup>3</sup>/h з частотно-регульованим приводом.
- Матеріал: контактує SS316 або PTFE на сідлах.

### Рекомендації

- Встановити зворотні клапани та санітарні кульові крани tri-clamp.
- Переважно використовувати насоси з можливістю CIP (мають відводи).

### 4. Inline-гітомайзер або ротор-статор (гомогенізатор низького/середнього зрізу)

- Призначення: швидке розчинення/диспергування порошків (ніацинамід), краща однорідність, зниження часу дисперсії.
- Технічні параметри: потік  $0.5\text{--}2$  m<sup>3</sup>/h, обертання  $1500\text{--}8000$  об/хв (залежно від моделі).
- Матеріал: SS316L, промивні патрубки tri-clamp.
- Примітка: оскільки пінка чутлива до високого зсічення, підбирай низькозрізову модель (або статичний міксер).

### 5. Фільтр (картриджний)

- Тип: корпус з SS316L для картриджів (tri-clamp), подвійний патрубок для швидкої заміни.
- Розміри картриджів: первинна фільтрація  $100$   $\mu\text{m}$ , далі при потребі  $10\text{--}50$   $\mu\text{m}$  (кінцева) — на схемі у нас  $100$   $\mu\text{m}$ ; при необхідності – ставити послідовно  $100\rightarrow 50\rightarrow 10$ .
- Пропускна здатність:  $\geq 1.5$  m<sup>3</sup>/h (щоб не уповільнювати фасовку).
- Манометр на вході/виході для контролю забруднення картриджа.

### 6. Відстійник / буферний танк

- Об'єм:  $200\text{--}300$  L (залежно від продуктивності фасування).
- Функція: дегазація продукту, видалення бульбашок, стабілізація перед фасуванням.

- Оснащення: патрубков для підключення до фасувальної лінії, рівнемір, кришка з фільтром/рампою для наддуву азоту (опц.).

## 7. Фасувальне обладнання

### Дозувальний апарат (фасування у флакони 150 мл)

- Тип: поршневий (пастовий) дозатор або напівавтоматичний пад-апарат, придатний для рідин з піною.
- Точність:  $\pm 1$  ml при 150 ml.
- Продуктивність: для невеликого цеху — 10–30 флаконів/хв (600–1800 шт/год). Для партії  $\approx 667$  флаконів годину роботи до 2 год. — ОК.
- Оснащення: автовідсікання повітряних включень, можливість дозування з вищої точки (подача з буферного танка).

### Автопомпа та кришкування

- Автоматичне насаджування помп на флакони, перевірка герметичності, машинка для закручування.
- Маркувальник/етикетувальник — простий напівавтоматичний.

### Система CIP (Clean-in-Place)

- Ємність для мийних розчинів: 200–300 L (кисла/лужна лінія).
- Насос для циркуляції CIP, нагрів змішувача (якщо потрібен; для холодного процесу — опціонально).
- Підключення до всіх реакторів, фільтра, насосів.
- Параметри мийки: температурний цикл, доза лугу/кислоти, час циклу, зворотна промивка.
- Матеріал: SS316L.

### Компресор, система вакууму та азоту

- Компресор (для приводів і пневмоарматури): 2–5 kW, ресівер 200 L, фільтри.
- Вакуум: для дегазації (опціонально) — вакуумний насос 50–100 m<sup>3</sup>/h.
- Азот (при необхідності): балон/генератор для загортання відстійника при зберіганні.

### Блоки автоматики та інструменталізації

- PLC-контролер (Siemens/Allen-Bradley/Schneider) для управління насосами, мішалками, клапанами.
- НМІ (панель оператора) з логами дозувань, контролем температур, часу, рівня.
- Датчики: рН-електроди промислові, РТ100 температурні датчики, датчики рівня, тензорні модулі для мірників.
- Журнал рецептури в PLC (recipe management) — збереження партій.

### Лабораторне обладнання (для QC)

- Аналітичні ваги (0,001 г і 0,01 г).
- рН-метр лабораторний (калібрування щоденне).
- Вискозиметр ротаційний (Brookfield) — для в'язкості.
- спектрофотометр / фотометр (для опалесценції/колову при потребі).
- Мікробіологічна шафа (біологічний безпечний бокс), інкубатор, автоклав (для середовищ).
- Себуметр/Corneometer/TEWL — тільки якщо робити клінічні дослідження на місці (опціонально).
- Холодильник для зберігання зразків (2–8 °C).
- Пробиотч та стерильні посудини.

### Відведення стоків і нейтралізація

- Локальна нейтралізація ПАР/кислот — промисловий нейтралізатор (реактор-нейтралізатор) з дозуванням NaOH/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> за потребою.
- Жировловлювач якщо є жирні складові.
- Локальний охолоджувач/фільтр для води перед скидом.

### Система вентиляції та місце для робіт з порошками

- Локальні витяжки над місцем введення ніацинамідів (шлюз/шайба) з HEPA-фільтрацією.
- Загальна припливно-витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну 8–12 /год.
- Панель контролю VOC (для віддушок).

### Безпека, ЗІЗ та допоміжне обладнання

- Душ/промивання очей у зоні виробництва.
- Хімічні рукавички (нітрилові, кислотостійкі), окуляри, респіратори FFP2/FFP3, халати.
- Набір для ліквідації розливів (сорбенти, нейтралізатори).
- Вогнегасники CO<sub>2</sub> та порошкові у зоні віддушок.
- Контейнери для відпрацьованих картриджів і відходів.

## 4.4 Матеріальний баланс

Матеріальний баланс є одним із ключових етапів технологічного розрахунку, оскільки дає можливість оцінити кількість сировини, необхідної для виробництва певного обсягу продукції, визначити технологічні втрати та оцінити вихід готової продукції.

Матеріальний баланс також забезпечує правильний підбір обладнання, чітке планування технологічного процесу та контроль відповідності фактичних витрат нормативним даним.

У виробництві пінки для вмивання використовується однофазна водна система, сформована шляхом послідовного змішування ПАР, активних речовин, зволожувачів та допоміжних компонентів.

Оскільки процес не передбачає нагрівання та переведення фаз, втрати є мінімальними та виникають в основному на етапах перекачування, змішування та фасування.

Розрахунок кількості сировини на 100 кг продукту

Базова рецептура:

- Вода очищена — до 100%
- Сосо-glucoside — 5,45%
- Сосamidopropyl betaine — 5,44%
- Водорозчинна олія авокадо — 1%
- Сік алое вера — 1%
- Гідролізований колаген — 1%
- Ніацинамід — 5%
- Феноксіетанол — 1%
- Молочна кислота 80% — 0,1%
- Віддушка — 0,1%

Теоретичні маси компонентів:

- Сосо-glucoside:  $100 \text{ кг} \times 0,0545 = 5,45 \text{ кг}$
- Сосamidopropyl betaine:  $100 \text{ кг} \times 0,0544 = 5,44 \text{ кг}$
- Водорозчинне масло авокадо:  $100 \text{ кг} \times 0,01 = 1,00 \text{ кг}$
- Сік алое вера:  $100 \text{ кг} \times 0,01 = 1,00 \text{ кг}$
- Колаген гідролізований:  $100 \text{ кг} \times 0,01 = 1,00 \text{ кг}$
- Ніацинамід:  $100 \text{ кг} \times 0,05 = 5,00 \text{ кг}$
- еноксіетанол:  $100 \text{ кг} \times 0,01 = 1,00 \text{ кг}$
- Молочна кислота 80%:  $100 \text{ кг} \times 0,001 = 0,10 \text{ кг}$
- Вода очищена (до 100 кг):  $100 - (5,45 + 5,45 + 1 + 1 + 1 + 5 + 1 + 0,1) = 100 - 20,00 \text{ кг} = 80,00 \text{ кг}$

Враховується:

- втрати на підготовці води — 0,1–0,2%
- втрати при змішуванні — 0,2–0,3%
- втрати при перекачуванні — 0,1%
- втрати при фасуванні — 0,2–0,3%

Разом у середньому — 0,8% (0,008).

Загальні втрати:  $100 \text{ кг} \times 0,008 = 0,80 \text{ кг}$

Для компенсації втрат додається вода, оскільки тільки вона гнучко коригується.

Коригована вода:  $80 \text{ кг} + 0,8 \text{ кг} = 80,80 \text{ кг}$

Таблиця 4.1 — Матеріальний баланс

Компонент	Завантажено, кг	Втрати 0,1-0,2%	У продукті, кг
Вода	80,0	0,1	79,9
Коко Глюкозид	5,45	0,01	5,44
КАПБ	5,44	0,01	5,43
ВР олія авокадо	1,0	0	1,0
Сік алое	1,0	0	1,0
Колаген	1,0	0	1,0
Ніацинамід	5,0	0	5,0
Феноксіетанол	1,0	0	1,0
Молочна кислота	0,1	0	0,1
Віддушка	0,1	0	0,1
<b>Разом</b>	<b>100</b>	<b>0,12</b>	<b>99,98</b>

Матеріальний баланс показує, що для отримання 100 кг готової пінки необхідно завантажити 100,8 кг сировини, де додатково внесені 0,8 кг компенсують технологічні втрати.

Такий підхід є стандартним у виробництві водних косметичних засобів і забезпечує фактичний вихід продукції відповідно до планового об'єму.

Завдяки тому, що технологія не вимагає нагрівання, втрати є мінімальними й в основному виникають під час перемішування та фасування.

ПАРи, активи та гідролізати мають високу розчинність у водній фазі, тому відсутні втрати через осад чи адсорбцію.

## РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 5.1 Синтез 100 г ніацинаміду

Вихідні речовини:

- Нікотинова кислота: 118.66 г.
- 25% розчин аміаку: 131.32 г.
- EDC: 149.63 г.

Продукти:

- Ніацинамід: 100 г.
  - Побічні продукти: EDU
- Економічний баланс

1. Ціни:

- Нікотинова кислота: \$50/кг → 118.66 г = \$5.93.
- EDC: \$300/кг → 149.63 г = \$44.89.
- 25% розчин аміаку: \$20/кг → 131.32 г = \$2.63.

2. Загальна вартість сировини:

$$5.93 + 44.89 + 2.63 = 53.45 \text{ USD}$$

3. Вартість на 1 г ніацинаміду:

$$53.45/100 = 0.5345 \text{ USD/г}$$

### 5.2 Виробництво 100 кг віддушки

Таблиця 5.1 — Вартість сировини

Компонент	Кількість кг	Ціна за кг USD	Загальна вартість USD
Цитронеллол	8	35	280
Ліналлол	10	40	400
Гексилцинамаль дегід	5	50	250
Фенілетиловий спирт	18	30	540
Бензил ацетат	12	25	300
Індол	1	200	200
Гераніол	10	60	600
Метил антранілат	5	80	400
Амброксид	8	150	1200
Альфа ізометіонон	6	90	540
Піперональ	3	100	300
Мускон	2	1200	2400
Сандал	12	100	1200
<b>Всього</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>8610</b>

Додаткові витрати:

- Тара: 5 штук по 20 кг, по \$10 за штуку = \$50
- Витрати на виробництво (енергія, вода, робота, амортизація обладнання): \$500

Загальна собівартість:

8610 (сировина) + 50 (тара) + 500 (виробництво) = 9160\$

Собівартість 1 кг бази FLORA:

9160 \$ / 100 кг = 91,6 \$/кг

Таблиця 5.2 — Витрати на енергію та комунальні послуги

Стаття витрат	Витрати	Вартість USD
Електроенергія (нагрівання 1 реактора)	10 кВт/год	2,5
Електроенергія (змішування у 2 реакторі)	5 кВт/год	1,25
Фільтрація	2 кВт/год	0,5
Вода для охолодження	0,5 м <sup>3</sup>	0,5
Разом		4,75

Зарплата персоналу:

Для виробництва 100кг потрібно 2 оператори, кожен працює 4 години.

Середня зарплата оператора 10 USD/год

Повна вартість - 80 USD

Таблиця 5.3 — Непрямі витрати

Стаття	Вартість USD
Амортизація обладнання	50
Упаковка	25
Логістика	50
Сертифікація	30
Разом	155

Таблиця 5.4 — Загальні витрати

Категорія	Вартість USD
Сировина	8610
Енергія	4,75
Зарплати	80
Непрямі витрати	155
Разом	8849,75

### 5.3 Виробництво 100 кг пінки

Таблиця 5.5 — Вартість сировини

Сировина	Ціна, грн/кг	Ціна на 100 кг, грн/кг
Вода	3	240
Коко Глюкозид	95	518
КАПБ	70	382
ВР олія авокадо	350	350
Сік алое	180	180
Колаген	600	600
Ніацинамід	950	4750
Феноксіетанол	460	460
Молочна кислота	110	11
Віддушка	3540	0,354
<b>Разом</b>		<b>7,491</b>

Енергозатрати:

Реактори, мішалки, насоси — 6 год роботи.

Середнє споживання:

- 6 год × 5,5 кВт ≈ 33 кВт·год
- 33 × 6,00 грн = 198 грн

Зарплата персоналу:

- Технолог — 300 грн
- Оператор — 650 грн
- Контролер лабораторії — 350 грн

Разом: 1 300 грн

Амортизація обладнання:

100 кг — 450 грн

Фасування:

Флакон для пінки 150 мл + помпа: 13 грн.

Кількість флаконів з 100 кг: 100 000 г / 150 г = 666 флаконів

Вартість тари: 666 × 13 = 8 658 грн

Таблиця 5.6 — Підсумкова собівартість партії

Стаття	Сума, грн
Сировина	7491
Енергія	198
Зарплата	1300
Амортизація	450
Фасування	8658
<b>Разом</b>	<b>18097</b>

Собівартість 1 флакона (150 мл): 18 097 грн / 666 шт = 27,17 грн / флакон

#### 5.4 Виробництво 100 кг крему

Таблиця 5.7 — Вартість сировини

Сировина	Ціна, USD	Вартість, USD
Вода	0,05	4,08
Олівем	20	80
Цетилстеариловий спирт	5	5
Цетіол	8	40
Аристофлекс	45	45
Наіцинамід	18	90
Колаген	30	30
Гіалуронова кислота	350	105
Феноксіетанол	12	12
Віддушка	150	15
Молочна кислота	1	1
<b>Разом</b>		<b>427,08</b>

Таблиця 5.8 — Виробничі витрати

Стаття	Вартість, USD
Електроенергія (реактор, фасування)	20
Вода технічна, промивання	5
Оплата праці 1 зміна	80
Фасувальні матеріали флакони	266,4
Витрати на якість	10
<b>Разом</b>	<b>381,64</b>

Таблиця 5.9 — Повна собівартість

Сировина	427,08
Виробництво	381,64
Втрати	20
<b>Разом</b>	<b>828,72</b>

## РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У процесі розробки та реалізації магістерського проєкту, що передбачає синтез активної речовини ніацинамід, створення ароматичної композиції та виробництво косметичних засобів для догляду за шкірою обличчя, важливе значення має оцінка впливу технологічних процесів на навколишнє середовище та розробка заходів щодо мінімізації негативного екологічного впливу.

Досліджувані технологічні процеси належать до малотоннажного хіміко-технологічного виробництва косметичної продукції та характеризуються відсутністю значних викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Основними потенційними джерелами впливу на навколишнє середовище є стічні води, тверді відходи та використання енергетичних ресурсів.

### 6.1 Ніацинамід

#### **Оцінка впливу синтезу ніацинамід на довкілля:**

Синтез ніацинамід здійснюється у водному середовищі без застосування токсичних органічних розчинників, що істотно знижує екологічне навантаження. Утворювані після завершення реакції водні розчини містять залишкові кількості реагентів та побічних продуктів, які можуть бути нейтралізовані шляхом корекції рН та подальшого направлення на систему очищення стічних вод.

Тверді відходи, що утворюються під час синтезу (фільтрувальні матеріали, упаковка реагентів), підлягають збиранню та утилізації відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства.

### 6.2 Ароматична композиція

#### **Екологічні аспекти виробництва ароматичної композиції:**

Виробництво ароматичної композиції FLORA здійснюється без утворення газоподібних викидів та з мінімальним утворенням відходів. Компоненти одушки дозуються у замкнутих системах, що запобігає їх випаровуванню та потраплянню в атмосферне повітря. Залишки ароматичних речовин та промивні води після очищення обладнання направляються на централізовану систему збору та утилізації.

#### **Утилізація:**

1. Утилізація виробничих відходів:

Рідкі відходи:

Залишки ароматичних компонентів, розчинників та їх сумішей збираються у герметичні ємності та передаються спеціалізованим компаніям для утилізації шляхом термічної деструкції або хімічної нейтралізації.

Тверді відходи:

Відпрацьовані фільтри та інші матеріали, що містять залишки ароматичних речовин, збираються в спеціальні контейнери та утилізуються шляхом спалювання в умовах контролю викидів.

Водні розчини:

Відпрацьовані водні розчини піддаються очищенню або нейтралізації перед зливом у каналізацію.

Використовуються фізико-хімічні методи очищення (адсорбція, осадження).

2. Утилізація тари:

- Використана тара з-під ароматичних компонентів повинна очищатися шляхом промивання відповідними розчинниками та використовуватися повторно або передаватися на утилізацію.
- Пластикова тара перед утилізацією повинна бути очищена від залишків речовин та передана на переробку.

3. Екологічні вимоги:

- Виробництво повинно відповідати чинним нормам з охорони навколишнього середовища.
- Обмеження викидів летких органічних сполук (ЛОС) контролюються та мінімізуються за допомогою вентиляційних систем.
- Усі відходи повинні документуватись та передаватися на утилізацію з відповідним супроводом.

Розрахунок витрат на охорону праці та утилізацію:

1. Засоби індивідуального захисту:

- Респіратори Р2/Р3 (змінні фільтри) – 20 шт. – 1000 €
- Нітрилові рукавички – 50 пар – 200 €
- Захисні окуляри – 10 шт. – 300 €
- Лабораторні халати – 10 шт. – 500 €
- Взуття з протиковзкою підошвою – 5 пар – 400 €
- Всього: 2400 €

2. Очищення та утилізація:

- Витрати на очищення обладнання (розчинники, вода) – 500 € на 100 кг продукту.
- Утилізація рідких відходів – 700 € на 100 кг продукту.
- Утилізація твердих відходів – 300 € на 100 кг продукту.
- Утилізація тари – 200 € на 100 кг продукту.
- Всього: 1700 €

3. Загальні витрати на охорону праці та утилізацію:

$$2400 \text{ € (ЗІЗ)} + 1700 \text{ € (утилізація)} = 4100 \text{ €}$$

Забезпечення охорони праці та безпечної утилізації відходів є важливим аспектом виробництва віддушки FLORA.

Дотримання вимог техніки безпеки, використання ЗІЗ та ефективне очищення обладнання дозволяють мінімізувати ризики для здоров'я працівників та довкілля.

Правильна утилізація відходів забезпечує екологічну безпеку та відповідність чинним нормативам.

### **6.3 Косметичні засоби**

#### **Охорона довкілля при виробництві косметичних засобів:**

Технологічні процеси виробництва пінки для вмивання та крему для обличчя характеризуються низьким рівнем екологічної небезпеки.

Основним джерелом впливу на навколишнє середовище є стічні води, що утворюються під час промивання реакторів, мірників та допоміжного обладнання.

Дані стоки мають переважно водний характер та містять незначні концентрації поверхнево-активних речовин і косметичних інгредієнтів.

Для зменшення негативного впливу на довкілля передбачено попереднє розбавлення та нейтралізацію стічних вод з подальшим відведенням у систему очищення.

Використання біорозкладних поверхнево-активних речовин у рецептурі пінки сприяє зниженню навантаження на водні екосистеми.

#### **Заходи з мінімізації екологічного впливу:**

У межах дипломного проекту передбачено впровадження таких природоохоронних заходів: використання водних технологій без застосування летких органічних розчинників; мінімізація кількості відходів за рахунок оптимізації рецептур і технологічних процесів; роздільний збір та утилізація твердих відходів; раціональне використання водних та енергетичних ресурсів; застосування сировини з підтвердженою екологічною безпечністю.

#### **Висновки щодо екологічної безпеки проекту:**

Запропоновані технологічні рішення з синтезу ніацинамідів, виробництва ароматичної композиції та косметичних засобів дозволяють забезпечити мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Проект відповідає принципам сталого розвитку та може бути реалізований у промислових умовах без створення значного екологічного навантаження.

## РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Ароматична композиція

Виробництво віддушки FLORA пов'язане з використанням летких та потенційно небезпечних хімічних речовин, які можуть спричинити подразнення шкіри, слизових оболонок, дихальних шляхів або призвести до гострих отруєнь.

#### 1. Загальні вимоги до приміщення:

- Виробничі цехи повинні розташовуватись у спеціально відведених приміщеннях, обладнаних системами загальної та місцевої вентиляції з витяжками, здатними видаляти не менше 80% летких речовин.
- Стіни та підлоги приміщення повинні бути облицьовані матеріалами, що легко миються та стійкі до хімічного впливу (епоксидні покриття, плитка тощо).
- Робочі місця повинні мати доступ до проточної води, аварійного душу та станції для промивання очей.
- Вхід до виробничих приміщень допускається лише в захисному одязі.

#### 2. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Респіратори або маски (тип Р2/Р3): Для захисту від летких органічних сполук (індол, амброксид, мускон тощо).
- Нітрилові рукавички: Стійкі до розчинників та ароматичних речовин.
- Захисні окуляри або щитки: Запобігання потраплянню рідин або парів в очі.
- Лабораторні халати або комбінезони: Захист тіла від контакту з хімічними речовинами.
- Взуття з протиковзкою підошвою: Для роботи в умовах можливого розливу рідин.

#### 3. Робочий процес:

- Зважування компонентів: Проводиться в окремому приміщенні або під витяжкою.
- Нагрівання твердих речовин: Амброксид та мускон розчиняються в фенілетиловому спирті на водяній бані з терморегуляцією до повного розчинення.
- Додавання інгредієнтів: Спочатку додаються тверді речовини, розчинені у фенілетиловому спирті, а потім поступово додаються інші компоненти відповідно до технології.
- Перемішування: Проводиться у реакторі з мішалкою при контрольованій температурі (близько 30–35°C).

- Очищення обладнання: Здійснюється за допомогою розчинників (етанол, вода) та обов'язковим очищенням поверхонь після завершення роботи.

#### 4. Аварійні ситуації:

- При випадковому розливі речовин необхідно відразу зібрати рідину за допомогою абсорбенту (пісок, активоване вугілля).
- У разі потрапляння речовин на шкіру або слизові оболонки – промити уражене місце водою не менше 15 хвилин.
- Зберігати протоколи безпеки на кожний компонент і мати доступ до матеріалів безпеки (MSDS).

### 7.2 Безсульфатна пінка

#### Загальні вимоги безпеки:

Виробництво косметичної продукції з використанням ПАР, кислот, консервантів та ароматичних речовин потребує дотримання строгих норм охорони праці:

- робочі приміщення повинні відповідати ДСТУ EN ISO 14644 (чистота та повітря);
- забезпечення припливно-витяжної вентиляції;
- постійний контроль мікроклімату:
- температура 18–25 °С, вологість  $\leq 70\%$ ;
- доступ до аптечки, вогнегасників CO<sub>2</sub> та порошкових;
- спеціальний інструктаж для працівників, що працюють із ПАР, кислотами та консервантами.

#### Вимоги до виробничого приміщення:

- Підлога — хімічно стійка, неслизька, антистатична.
- Стоки — із сифонами та можливістю нейтралізації стоків з ПАР.
- Освітлення — не менше 300 лк.
- Заборонено використання відкритого вогню.
- Реактори мають бути заземлені, з вибухобезпечними двигунами.

#### Засоби індивідуального захисту:

Для роботи з компонентами пінки обов'язкові:

- латексні/нітрилові рукавички;
- захисні окуляри;
- респіратор FFP2 при роботі з порошковими компонентами (ніацинамід);
- халат, шапочка, змінне взуття;
- при роботі з молочною кислотою — кислотостійкі рукавички.

### **Небезпечні та шкідливі виробничі фактори:**

Основні ризики:

ПАР (кокао-бетаїн, Decyl Glucoside)

- Можуть спричиняти подразнення шкіри та слизових.
- Робота — лише в рукавичках.

Ніацинамід (порошок):

- При вдиханні викликає подразнення дихальних шляхів.
- Завантаження — під локальною вентиляцією.

Молочна кислота:

- Корозійна для шкіри та очей.
- При проливі — нейтралізація содовим розчином.

Феноксіетанол:

- Легке подразнення, робота — у ЗІЗ, уникати потрапляння на шкіру.

Віддушка:

- Високолетка, може викликати подразнення і головний біль.
- Завантаження — у добре вентиляційній зоні.

Нагріта вода 35–45 °С:

- Ризик опіків при митті реакторів і перекачуванні суміші.

### **Безпечне проведення виробничого процесу:**

Етап 1. Реактор №1 — вода + ПАР

- Завантаження ПАР — тільки на низьких обертах, щоб уникнути аерозолування.
- Температура не вище 40 °С.
- Контроль піноутворення, уникати переливу.

Етап 2. Реактор №2 — активи

- Ніацинамід засипають в зоні локальної витяжки.
- Розчинення при 25–30 °С.
- Контролювати рН, уникати вдихання порошку.

Етап 3. Реактор №3 — консервант, кислота, віддушка

- Феноксіетанол додавати у рукавичках і окулярах.
- Молочну кислоту — тільки у захисних кислотостійких рукавичках.
- Віддушку додавати при працюючій вентиляції.

### **Вимоги до транспортування та зберігання сировини:**

- ПАР — у щільно закритих каністрах при  $t$  5–25 °С.
- Ніацинамід — у герметичних контейнерах, зберігати сухо.
- Молочна кислота — у пластикових ємностях, уникати нагріву.

- Консерванти — у темному місці.
- Віддушки — у склі/HDPE, мінімізувати контакт з повітрям.
- Врахувати FIFO (first in — first out).

### **Санітарія та гігієна:**

- Миття реакторів після кожної партії лужним та кислотним миючим розчином.
- Кварцування приміщення або УФ-рециркулятори.
- Дезінфекція всієї тари перед фасуванням.
- Заборонено знаходження сторонніх у виробничій зоні.

### **Пожежна безпека:**

- Заборонено куріння та іскроутворення в зоні виробництва.
- Віддушки можуть бути легкозаймистими → зберігати окремо.

Обов'язкова наявність:

- вогнегасник CO<sub>2</sub> для електрики
- порошковий АВС для реагентів
- персонал повинен пройти інструктаж.

### **Надання першої допомоги:**

- Потрапляння ПАР, кислоти чи консервантів на шкіру - промити великою кількістю води 10–15 хв.
- Потрапляння в очі - промивати промивальним розчином/водою 15 хв, звернутись до лікаря.
- Вдихання порошку ніацінамідю - вивести на свіже повітря, при симптомах — медична допомога.
- Хімічні опіки - накласти стерильну пов'язку, медична допомога.

### **7.3 Ламелярний крем**

#### **Охорона праці та техніка безпеки:**

Загальні вимоги

Виробниче приміщення має бути оснащено:

- приточно-витяжною вентиляцією;
- системами освітлення згідно з нормами ДСТУ;
- системою протипожежного захисту (порошкові вогнегасники, датчики диму).

Температурний режим: 18–25 °С, відносна вологість ≤ 60%.

**Індивідуальний захист персоналу:**

- Захисні халати, рукавички (нітрилові), бахіли
- Окуляри або захисний щиток при роботі з порошками (Aristoflex, ніацинамід)
- Маска або респіратор при зважуванні ароматів (FLORA) або активів

**Особливі заходи безпеки:**

- Феноксиетанол — можливе легке подразнення слизових при інгаляції або контакті з очима.
- Необхідна локальна витяжка на ділянці дозування.
- Ніацинамід у порошку — пилує, слід уникати вдихання, використовувати респіратор.
- Aristoflex AVC — має високу гігроскопічність, уникаємо зволоження в місці зберігання.

## ВИСНОВКИ

У межах магістерської кваліфікаційної роботи реалізовано комплексний науково-технологічний проєкт зі створення повноцінної косметичної лінійки для догляду за шкірою обличчя на основі вітаміну В3 (ніацинамід), що охоплює всі ключові етапи життєвого циклу косметичного продукту — від отримання активної речовини до виробництва та оцінки ефективності готових засобів.

Особливістю виконаної роботи є інтегрований підхід, за якого активний інгредієнт, ароматична складова та косметичні продукти розроблялися не ізольовано, а як єдина функціонально й технологічно узгоджена система.

Такий підхід дозволив забезпечити високу сумісність компонентів, стабільність рецептур, прогнозовану ефективність і конкурентоспроможність готової косметичної лінійки.

У роботі обґрунтовано вибір ніацинаміду як ключового активного компонента завдяки його багатофункціональній дії, високій хімічній стабільності та доведеній ефективності у косметичних засобах.

Розроблено технологію синтезу ніацинаміду з водним середовищем реакції, що дозволяє отримати продукт із заданими фізико-хімічними характеристиками та виходом у межах до 90%, придатний для подальшого використання у косметичних формулах.

Реалізація власного синтезу активної речовини дозволяє знизити собівартість кінцевих продуктів та забезпечити контроль якості активу на всіх етапах.

Окремим етапом проєкту стала розробка ароматичної композиції FLORA, адаптованої до використання у водних косметичних системах.

Створення власної одушки дозволило сформуванню єдиної сенсорної ідентичності косметичної лінійки, забезпечити стабільність аромату в пінці та кремі, а також оптимізувати економічні показники виробництва.

Собівартість ароматичної композиції у перерахунку на 1 кг є нижчою порівняно з використанням комерційних парфумерних композицій, що позитивно впливає на загальну економіку проєкту.

На основі синтезованого ніацинаміду та розробленої ароматичної композиції створено два готові косметичні продукти — пінку для вмивання та крем для обличчя.

Рецептури та технології виробництва розроблені для партії обсягом 100 кг із використанням періодичного способу виробництва та трьохетапної технологічної схеми.

Виконано матеріальні та економічні розрахунки, які підтвердили доцільність і рентабельність виробництва.

Проведено комплексний контроль якості сировини та готових продуктів, що включає фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні та сенсорні показники. За результатами контролю встановлено відповідність розроблених косметичних засобів нормативним вимогам та стабільність їхніх основних характеристик у процесі зберігання.

Клінічні випробування пінки для вмивання з ніацинамідом продемонстрували зниження показника трансепідермальної втрати вологи (TEWL), підвищення рівня зволоженості рогового шару шкіри за даними корнеометрії, а також позитивну експертну оцінку стану шкіри (IGA).

Отримані результати підтверджують, що очищувальний засіб ефективно виконує свою функцію без порушення бар'єрних властивостей шкіри та забезпечує додатковий доглядовий ефект.

Виконане математичне моделювання дозволило оцінити вплив концентрацій основних компонентів на ключові показники якості косметичних засобів і визначити оптимальні рецептурні співвідношення.

Застосування методів математичного моделювання підвищує науковий рівень роботи та забезпечує можливість прогнозування властивостей продукту без проведення надмірної кількості експериментів.

Оцінка екологічних аспектів виробництва показала, що запропоновані технологічні процеси належать до екологічно безпечних і відповідають принципам сталого розвитку.

Використання водних систем, біорозкладних поверхнево-активних речовин та мінімізація відходів дозволяють знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Таким чином, магістерська кваліфікаційна робота демонструє можливість створення повноцінної косметичної лінійки на основі власнорозроблених компонентів, що включає синтез активної речовини, створення ароматичної композиції та виробництво готових косметичних продуктів.

Отримані результати мають високу практичну цінність та можуть бути використані як основа для подальшого розвитку косметичного бренду, масштабування виробництва та впровадження у промислових умовах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cavalier, S. (2006). Niacinamide: Mechanism of action and its applications in cosmetics. In *Cosmetics and Toiletries*, Vol. 121, Issue 5, pp. 78-81.
2. Sadeghzadeh, N., & Behnam, B. (2016). Niacinamide and its derivatives in skincare formulations: A review of their biological properties and clinical uses. In *Journal of Cosmetic Dermatology*, 15(5), 451–460.
3. Kumar, S., & Jaiswal, A. K. (2020). Niacinamide: A comprehensive review of its role in dermatology and cosmeceuticals. In *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 13(8), 24–30
4. Montagner, G., et al. (2013). Determination of Niacinamide and Nicotinic Acid in Cosmetics Using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). In *Analytical Letters*, 46(1), 87–101
5. Furst, J. M., & Ochoa, C. A. (2005). Characterization of Nicotinamide and Nicotinic Acid by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). In *Journal of Chromatography A*, 1062(1-2), 143-150
6. Український науково-дослідний інститут парфумерно-косметичної продукції. Методичні рекомендації щодо сенсорної оцінки косметичних засобів. Київ, 2020.
7. Bieler, A., et al. (2011). Synthesis and Characterization of Niacinamide Derivatives for Pharmaceutical Applications. In *Synthetic Communications*, 41(21), 3103-3113
8. Coffey, M. D. (2004). Stability Testing of Niacinamide in Cosmetic Formulations. In *International Journal of Cosmetic Science*, 26(3), 155-163
9. Parker, L. A. (2017). Niacinamide in Dermatology and Cosmetic Sciences: A Review. In *Dermatologic Therapy*, 30(6), e12561
10. Ma, D., et al. (2019). Synthesis and application of niacinamide derivatives as potential anti-inflammatory agents. In *European Journal of Medicinal Chemistry*, 178, 152-160.
11. Pybus, D. H., & Sell, C. S. *The Chemistry of Fragrances: From Perfumer to Consumer*. Royal Society of Chemistry, 2006.
12. Surburg, H., & Panten, J. *Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses*. Wiley-VCH, 2016.
13. Müller, P. M., & Lamparsky, D. *Perfumes: Art, Science and Technology*. Springer, 1991.
14. Ohloff, G., Pickenhagen, W., & Kraft, P. *Scent and Chemistry: The Molecular World of Odors*. Wiley-VCH, 2012.
15. Neugebauer, D. Industrial Methods for the Production of Fragrance Ingredients. *Current Topics in Flavours and Fragrances*, 2000, 229-254.

16. Zviely, M. *Perfume Engineering: Design, Performance & Classification*. Allured Publishing, 2012.
17. International Fragrance Association (IFRA) Standards
18. Good Manufacturing Practices (GMP) for Cosmetic Products ISO 22716:2007.
19. European Cosmetic Regulation (EC) No 1223/2009 Official Journal of the European Union.
20. *Handbook of Cosmetic Science and Technology* (Eds. A. O. Barel, M. Paye, H. I. Maibach). CRC Press, 2014.
21. Swift, K. A. D. *Advances in the Chemistry of Odorants*. *Chemical Reviews*, 2017, 117(21), 12906–12943.
22. Sell, C. *Fundamentals of Fragrance Chemistry*. Wiley-VCH, 2019
23. Draelos Z.D. *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures*. Wiley-Blackwell, 2015.
24. Barel A.O., Paye M., Maibach H.I. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. CRC Press, 2014.
25. Leave-on and rinse-off cosmetic products: skin barrier effects. *International Journal of Cosmetic Science*, 2018.
26. Gehring W. Nicotinamide mechanisms of action and its topical use in dermatology. *Skin Pharmacology and Physiology*, 2004.
27. Surfactants in personal care products. *Journal of Surfactants and Detergents*, 2019.
28. Dreno B. et al. The use of niacinamide in dermatology. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 2019.
29. Tadros T.F. *Applied Surfactants: Principles and Applications*. Wiley-VCH, 2005.
30. Rawlings A.V., Harding C.R. Moisturization and skin barrier function. *Dermatologic Therapy*, 2004.
31. ISO 22716:2007 *Cosmetics Good Manufacturing Practices (GMP)*.
32. ISO 21149:2017 *Cosmetics Microbiology Enumeration of microorganisms*.
33. ISO 11930:2019 *Cosmetics Evaluation of the antimicrobial protection of a cosmetic product*.
34. Ecotoxicological and irritation potential of amphoteric surfactants. *Toxicology in Vitro*, 2017.
35. Statistical design of experiments in cosmetic formulation. *Journal of Cosmetic Science*, 2020.
36. European Commission. *Cosmetics Regulation (EC) No 1223/2009*.

37. Губський Ю.І. Біологічно активні речовини в дерматокосметології. Київ: Здоров'я, 2020. 312 с.
38. Шестопалова А.В., Лобко Г.М. Фармацевтична технологія косметичних засобів. Харків: НФаУ, 2018. 248 с.
39. Бакинова Н.Н., Коваленко С.М. Косметичні емульсії: структура, стабільність, оцінка якості. Львів: Видавництво ЛНУ, 2019. 198 с.
40. *Cosmetics Ingredients Handbook: A Guide to Cosmetic Emulsions and Active Compounds*. 3rd Ed. CRC Press, 2021. 448 p.
41. Nesterenko M., Coderch L. Lamellar emulsions for skin delivery: advantages and formulation strategies. *Journal of Cosmetic Science*. 2022. Vol. 73(2). P. 103–112.
42. Zaid A.N., Kortam N. Niacinamide in topical formulations: therapeutic and cosmetic benefits. *Pharmaceutical Development & Technology*. 2021. Vol. 26(5). P. 544–550.
43. Tsetserukou A.V., Romenskyi V.V. Технологічні процеси та обладнання косметичної промисловості. Київ: НУХТ, 2019. 276 с.
44. ISO 22716:2007. *Cosmetics Good Manufacturing Practices (GMP) Guidelines on Good Manufacturing Practices*.
45. ISO 21149:2017. *Cosmetics Microbiology Enumeration and detection of aerobic mesophilic bacteria*.
46. BASF Technical Data Sheets: Olivem 1000, Aristoflex AVC, Cetiol®. BASF GmbH, 2022.
47. Khan H., Akhtar N. Formulation and clinical evaluation of cosmetic emulsions containing plant extracts. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*. 2020. Vol. 12(3). P. 210–216.
48. Інструкція з охорони праці при виготовленні косметичних засобів: Збірник нормативних документів МОЗ України, 2023.
49. Draelos Z.D. *Cosmetic Dermatology: Products and Procedures*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2015.
50. Bissett D.L. Niacinamide: a B vitamin that improves aging facial skin appearance. *Dermatol Surg*. 2005; 31:860–865.
51. *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. 4th ed. Informa Healthcare, 2014.
52. Lubrizol Corporation. Aristoflex AVC Technical Data Sheet. 2020.
53. Halliday G.M., Damian D.L. Topical niacinamide reduces photocarcinogenesis. *Photochem Photobiol*. 2020.
54. ISO 16217:2020. *Cosmetics Microbiology Guidelines for risk assessment and microbiological quality*.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Принципово-технологічна схема виробництва віддушки:

Принципово-технологічна схема описує виробничий процес виготовлення віддушки FLORA:

#### 1. Вхідний контроль сировини:

- Перевіряються основні параметри: густина ( $\rho$ ), рН, органолептичні властивості (запах, колір).
- Перед початком процесу всі компоненти зважуються для забезпечення точної рецептури.

#### 2. Топлення (температура до 50°C, швидкість мішалки 100 об/хв)

На цьому етапі розчиняються компоненти, які потребують попереднього нагрівання:

- фенілетиловий спирт (29)
- індол (30)
- амброксид (31)
- мускон (32)
- Піперональ (33)
- альфа-іземетіонон (34)

#### 4. Змішування

- Температура до 30°C
- Швидкість мішалки 200 об/хв

На цьому етапі додаються інші ароматичні речовини:

- гераніол (35)
- бензилацетат (36)
- метилантранілат (37)
- цитронелол (38)
- ліналоол (39)
- гексилціннамальдегід (40)
- синтетичний сандал (41)

#### 5. Фільтрація

Використовується мембранний фільтр 0,45 мкм для видалення механічних домішок та стабілізації аромату.

#### 6. Стабілізація

- Температура 25°C
- Тривалість 48 годин

За цей час ароматична композиція дозріває, стає більш гармонійною та стійкою.

#### 7. Вихідний контроль

Перевіряються ті ж параметри, що й на вхідному контролі ( $\rho$ , рН, органолептика), щоб гарантувати якість кінцевого продукту.

#### 8. Фасування

Готова віддушка розливається у ПЕТ-упаковку по 20 кг.

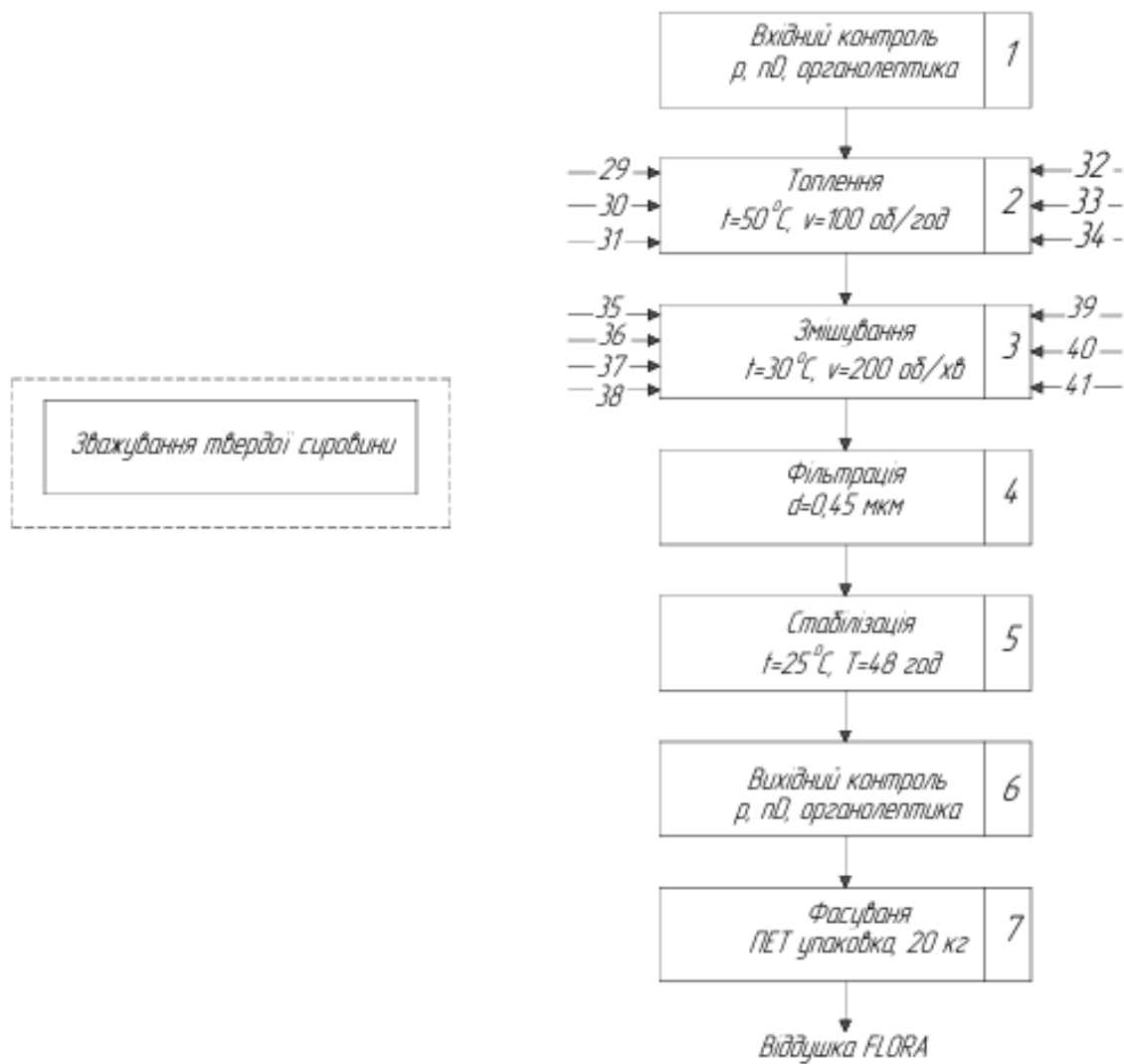


Рисунок 4.1 Принципово-технологічна схема виробництва віддушки

## Додаток Б

### Апаратурно-технологічна схема

Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва віддушки FLORA:

#### 1. Зберігання та підготовка сировини

Рідка сировина зберігається в збірниках **1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10** кожен з яких містить одну з ароматичних речовин, необхідних для створення віддушки FLORA: фенілетиловий спирт **29**, гераніол **35**, бензилацетат **36**, метилантранілат **37**, цитронеллол **38**, ліналлол **39**, гексилцинамальдегід **40**, сандал **41**

Тверді компоненти зберігаються та відважуються окремо згідно рецептури.

#### 2. Топлення твердих компонентів

Тверді компоненти індол **30**, амброксид **31**, мускон **32**, піперональ **33**, альфа ізометіонон **34** разом з феніл етиловим спиртом **29** подаються у реактор **2** для подальшого топлення.

Тут застосовується водяний обігрів для контрольованого нагрівання сировини до потрібної температури.

#### 3. Дозування та введення компонентів

Рідкі ароматичні речовини **35-41** дозуються через мірники **4-10** і подаються у реактор **11** для подальшої обробки.

#### 4. Основне змішування

Розтоплені компоненти із реактора **2** переносяться у другий реактор із якірною мішалкою **11**, де відбувається остаточне змішування всіх компонентів віддушки.

#### 5. Фільтрація

Отриману суміш подають через фільтр **13** для видалення механічних часток та можливих нерозчинених домішок.

#### 6. Відстоювання

Відфільтрована віддушка подається у відстійник **15** для стабілізації аромату та дозрівання композиції.

#### 7. Фасування

Готова стабілізована віддушка подається в фасувальний апарат **17** та розливається у ПЕТ-тару об'ємом 20 л

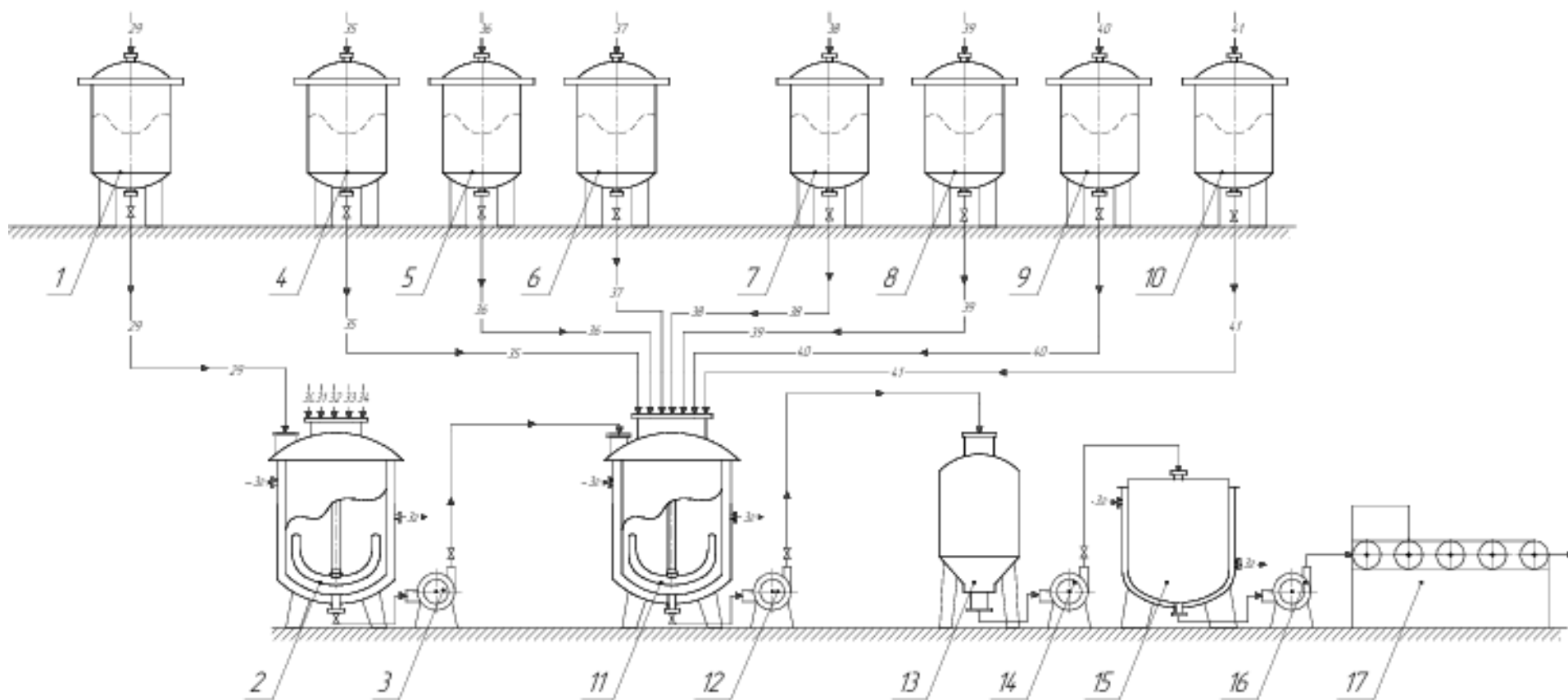


Рисунок 4.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва віддушки

## Додаток В

### СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

Назва продукту:

**Ароматична композиція FLORA**

Номер партії:

23140305

Виготовлено згідно

технічних умов:

ТУУ20.544745787012:2023

Призначення:

Багатокомпонентна суміш натуральних та/або синтетичних запашних речовин, що використовуються як сировина для парфумерно-косметичної продукції та засобів побутової хімії

Органолептичні та фізико-хімічні властивості:

Найменування показника	Специфікація	Результат аналізу
Запах	характерний запаху віддушки даного типу	відповідає
Зовнішній вигляд	однорідна легко рухлива прозора рідина	відповідає
Колір	від безбарвного до блідо-жовтого	блідо-жовтий
Густина при 20°C, г/см <sup>3</sup>	0.835–0.915	0.875
Показник заломлення при 20°C, ум.од.	1.445–1.485	1.465

Дата виробництва:

13.12.2025

Термін зберігання:

13.12.2026

Умови зберігання:

Зберігати в критих складських приміщеннях далеко від джерел прямого сонячного проміння в закритій тарі на відстані не менше

1 м від нагрівальних приладів. Зберігати у прохолодному місці за температури 5-25°C. Допускається короткострокове (до 3-х днів) відхилення від рекомендованих умов зберігання під час транспортування та зберігання.

Дата аналізу:

15.12.2025

Відділ контролю якості ТОВ "КФФ ГРУПП"

## Додаток Г

### Принципово-технологічна схема виробництва крему

#### 1. Вхідний контроль (1)

Перевірка якості сировини: органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники.

#### 2. Приготування фази А (жирна), $t = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2)

- Компоненти: Olivem 1000, Cetiol, цетилстеариловий спирт
- Плавлення та змішування до утворення однорідної жирної фази.

#### 3. Приготування фази В (водна), $t = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3)

Компоненти: вода

#### 4. Емульгування, $t = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (4)

- З'єднання фаз А і В за високого перемішування.
- Формується ламелярна структура завдяки Olivem 1000.

#### 5. Гомогенізація, $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (5)

- Забезпечення стабільності, дрібнодисперсності системи, зменшення розміру крапель.
- Часто використовують роторно-статорні гомогенізатори або вакуум-гомогенізатори.
- Додаємо Гіалуронову кислоту та Aristoflex AVC
- Перемішуємо до повного розчинення

#### 6. Охолодження до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (6)

Додавання термолабільних речовин:

- ніацинамід,
- молочна кислота,
- феноксіетанол,
- колаген,
- віддушка FLORA.

#### Вихідний контроль (7)

Вимірювання рН, в'язкості, мікробіологічної чистоти, стабільності.

#### 8. Фасування у вакуумні туби 30 г (8)

Захист від окиснення, забруднення, забезпечення герметичності.

### Матеріальний баланс:

Матеріальний баланс на 100кг виробництва

Вхідні компоненти:

Потік	Маса кг
FLORA	100
Втрати (випаровування, залишки в апаратах)	1
Разом	101

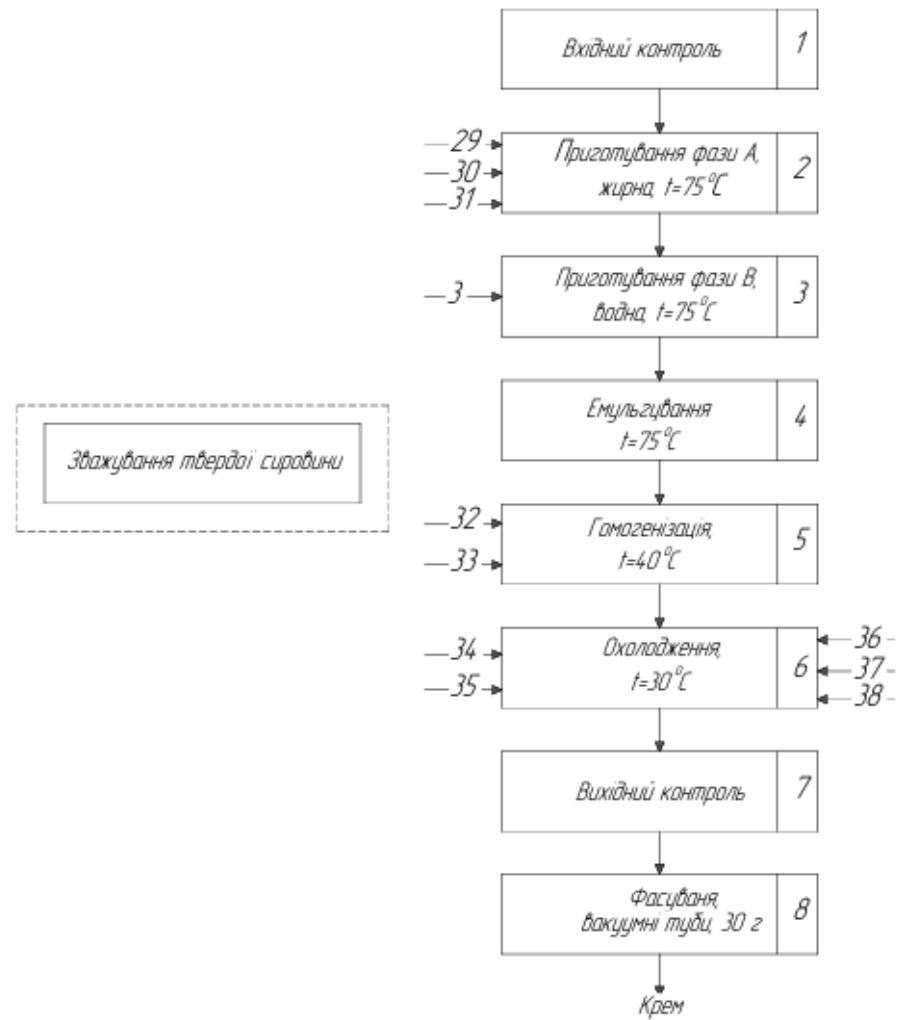


Рис 4.4 - Принципово-технологічна схема виробництва крему

## Додаток Д

### Апаратурно-технологічна схема виробництва крему:

Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва віддушки FLORA:

#### 1. Зберігання та підготовка сировини

Рідка сировина зберігається в збірниках **1-12**, кожен з яких містить одну з рідких речовин, необхідних для технологічного процесу: цетіол **30**, вода **3**, молочна кислота **35**, феноксіетанол **36**, колаген **37**, віддушка **38**.

Тверді компоненти зберігаються та відважуються окремо згідно рецептури.

#### 2. Топлення твердих компонентів (підготовка жирної фази)

Тверді компоненти олівем **29**, цетилстеариловий спирт **31** з цетіолом **30** подаються у реактор **2** для подальшого топлення.

Тут застосовується водяний обігрів для контрольованого нагрівання сировини до потрібної температури.

#### 3. Підготовка водної фази:

Вода **3** у збірнику **4** подається у реактор **5** для відповідного нагріву.

#### 4. Емульгування:

У реактор **7** додається водна фаза із реактора **5** та жирна фаза із реактора **2** для подальшого емульгування.

#### 5. Гомогенізація

Із реактора **7** додається емульсія в реактор **13** для гомогенізації та додається аристофлекс **33** та гіалуронова кислота **32**

#### 6. Охолодження, вимішування

В охолоджену емульсію у реакторі **13** додаються термолабільні компоненти ніацинамід **34**, колаген **37**, феноксіетанол **36**, віддушка **38** та молочна кислота **35**

#### 7. Фасування по 30 г у вакуумні флакони

- Всього: 3333 одиниці

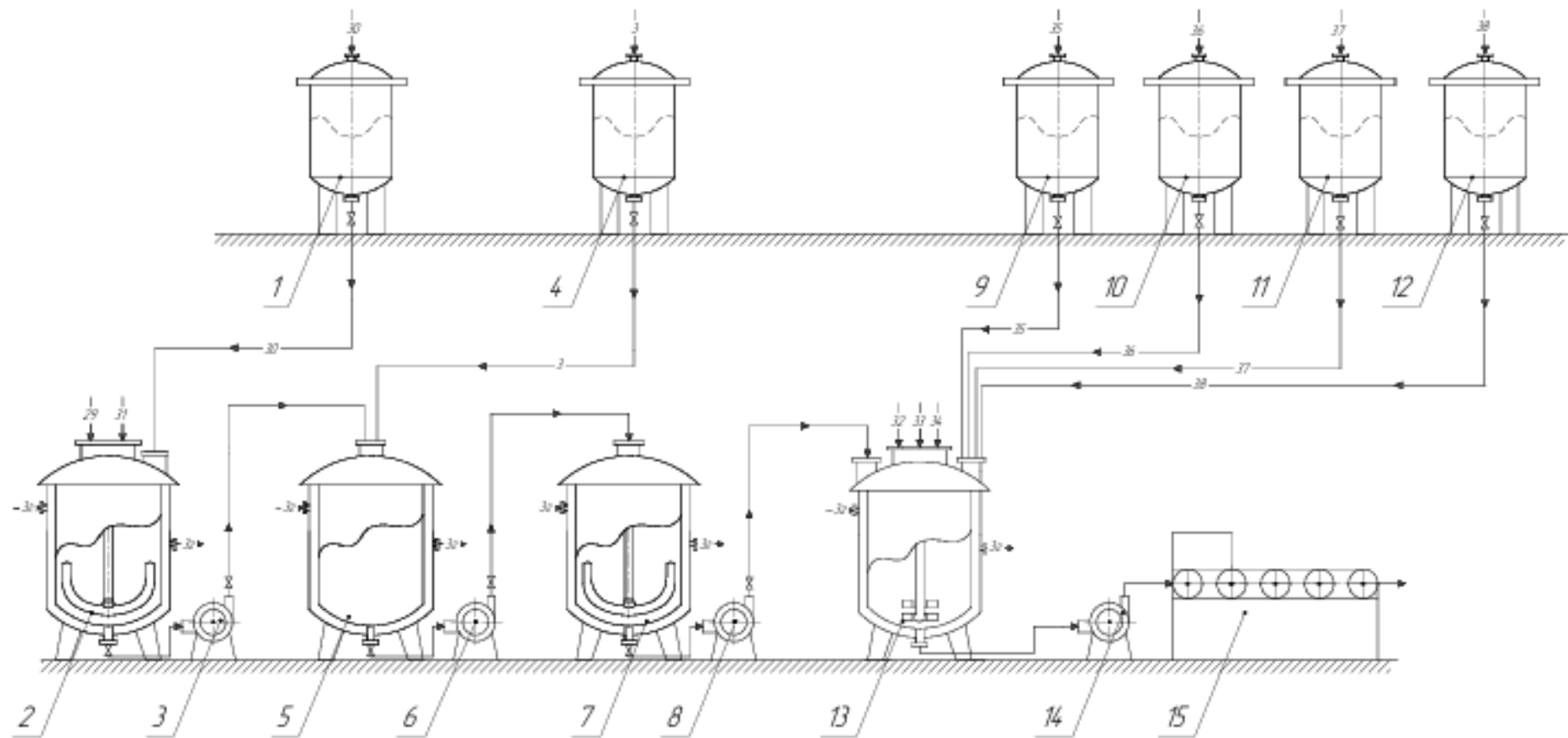


Рис 4.5. Апаратурно-технологічна схема виробництва крему

## Підбір та опис обладнання:

### 1. Реактор з мішалкою (емульгаторна установка)

- Тип: реактор з паровою сорочкою
- Об'єм: 150–200 л (для партії 100 кг з запасом на втрати та змішування)
- Матеріал: харчова нержавіюча сталь AISI 316L

#### Комплектація:

- мішалка з якірною геометрією (для ламелярних емульсій)
- частотний перетворювач для регулювання обертів (30–150 об/хв)
- система підігріву/охолодження сорочки (паровий або електричний)
- термодатчики з автоматичним контролем температури (до 85 °С)
- зливна система з триклапанною трубкою

Функції: розплавлення емульгаторів, емульгування фаз, охолодження та введення чутливих інгредієнтів (ніацинамід, колаген, аромат)

### 2. Гомогенізатор (опційно вбудований або окремих)

- Тип: високошвидкісний роторно-статорний
- Швидкість: 3000–8000 об/хв

#### Призначення:

- диспергування активів
- стабілізація структури
- тонке емульгування

Місце у процесі: додається на етапі введення водної фази в олійну та/або після охолодження для остаточного гомогенізування

### 3. Дозуюча та фасувальна машина (для вакуумних флаконів)

- Тип: автоматична або напівавтоматична лінія фасування
- Сумісність: з вакуумними флаконами типу Airless 30 г

#### Функції:

- точне дозування по масі ( $\pm 0.3$  г)
- вакуумне наповнення без бульбашок
- закупорювання та етикетування

### 4. Ємності для зважування та зберігання сировини

- Матеріал: харчова нержавійка
- Об'єм: 5–50 л
- Призначення: попереднє розчинення гіалуронату, колагену, ніацинаміду, ароматизатора FLORA у воді або спирті

### 5. Системи допоміжні:

- фільтраційна система — для видалення механічних домішок
- ваги лабораторні та промислові — точність до 0.01 г (для активів)

- система очищення води — зворотний осмос + УФ-дезінфекція

Технологічні вимоги до обладнання:

- Можливість роботи з ламелярною структурою (без надмірного зсуву)
- Забезпечення санітарного режиму (CIP-мийка)
- Контроль температури на кожному етапі (особливо при введенні термочутливих речовин)

#### **Матеріальний баланс:**

Розрахунок матеріального балансу на виробництво 100 кг готової продукції:

<b>Сировина</b>	<b>Масова частка</b>	<b>Кількість, кг</b>
Вода	81,6	81,6
Олівем	4	4
Цетилстеариловий спирт	1	1
Цетіол	5	5
Аристофлекс	1	1
Націнамід	5	5
Колаген	1	1
Гіалуронова кислота	0,3	0,3
Феноксіетанол	1	1
Віддушка	0,1	0,1
Молочна кислота	0,1	0,1

Втрати на виробництві складають 1%, що може враховуватися як 1 кг технологічних втрат – залишки в реакторі, фільтрах, трубопроводах, що враховуються в собівартість, але не у складі готової продукції.