**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»** | **«До захисту допущено»** |
| Директор інституту ННІХТ | Завідувач кафедри ТЖХТ |
| _____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО | _____ Тамара НОСЕНКО |
| (підпис) ( Ім'я, ПРІЗВИЩЕ) | (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 по догляду за волоссям з екстрактом перцю чилі**

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

ЯКОВЛЕВ Олексій Олександрович _____
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник ПОДОБІЙ Олена Валеріївна _____
(ПРІЗВИЩЕ , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ _____
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)
_____ _____
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____ Інна ПОПОВА
(підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Здобувач(ка)_____
(підпис)

Київ – 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**

**_____Яковлев Олексій Олександрович_____**
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи **Розробка лінійки косметичних засобів по догляду за волосся з екстрактом перцю чилі**_____
_____
_____
керівник роботи_Подобій Олена Валеріївна, к.т.н, доцент_____,
( прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” 10 2025 року № 906-кс
2. Строк подання здобувачем роботи___01.12.2025 р._____
3. Вихідні дані до роботи _Продуктивність виробничої лінії 100 кг/добу
_____
_____
_____
_____
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об’єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури_____
5. Перелік графічного матеріалу
__Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1_____
__Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1_____
_____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання____10.10. 2025 р._____

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|---|---|
| 1 | ВСТУП | 10.10.2025 | |
| 2 | РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 10.10.2025-12.10.2025 | |
| 3 | РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ | 13.10.2025-15.10.2025 | |
| 4 | РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА | 15.10.2025-23.10.2025 | |
| 5 | РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 23.10.2025-31.10.2025 | |
| 6 | РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ | 01.11.2025-03.11.2025 | |
| 7 | РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА | 04.11.2025-06.11.2025 | |
| 8 | РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ | 07.11.2025-10.11.2025 | |
| 9 | ВИСНОВКИ | 11.11.2025-15.11.2025 | |
| 10 | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 16.11.2025-17.11.2025 | |
| 11 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 18.11.2025-21.11.2025 | |
| 12 | ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА | 21.11.2025-24.11.2025 | |
| 14 | ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР | 25.11.2025-01.12.2025 | |

**Здобувач** _____ _____Олексій ЯКОВЛЕВ_____
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

**Керівник роботи** _____ _____Олена ПОДОБІЙ_____
( підпис ) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

# РЕФЕРАТ

**Яковлев О.О. Розробка лінійки косметичних засобів по догляду за волоссям з екстрактом перцю чилі**

Пояснювальна записка: 89 с., 18 рис., 18 табл., 32 літературних джерела.

Графічний матеріал: 2 креслення формату А-1.

У кваліфікаційній роботі проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури, приведено аналіз ринку шампунів від українських та іноземних виробників. Детально розглянуто склад екстракту червоного перцю чилі, пояснено механізм дії капсаїцину.

Науково обогрунтовано та розроблено технологію отримання шампуню з екстрактом червоного перцю-чилі, а також отримання двофазного спрею та маски-бальзаму. Обгрунтовано використання різних екстрактів та екстрагентів у залежності від бажаного результату. Роз'яснення механізмів дії різних видів екстрактів *Capsicum annuum* дозволяє коректно підбирати тип екстрагенту та оптимальну концентрацію активного компонента залежно від цільового призначення засобу.

Розглянуто приклади рецептур шампунів для збільшення росту волосся, а також обґрунтовано напрямок досліджень. Розроблено рецептуру шампуню, двофазного спрею та маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі.

Розраховано матеріальний баланс виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю чилі, а також описано схему виробництва. Досліджено та проаналізовано рецептурний відсотковий поріг для екстракту перцю чилі.

Запропоновано заходи з охорони праці та навколишнього середовища на виробництві, які відповідають стандартам GMP.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РЕЦЕПТУРА, ТЕХНОЛОГІЯ, КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЗАСОБИ ПО ДОГЛЯДУ ЗА ВОЛОССЯМ, ШАМПУНЬ, ДВОФАЗНИЙ СПРЕЙ, МАСКА-БАЛЬЗАМ, ЕКСТРАКТ ЧЕРВОНОГО ПЕРЦЮ ЧИЛІ, CAPSICUM ANNUUM

## ABSTRACT

**Yakovlev O.O. Development of cosmetic products line with red pepper chili extract for haircare**

Explanatory note: 89 p., 18 figures, 18 tables, 32 sources.

Graphic material: 2 Drawings of A-1 format.

The master's qualification work includes an analytical review of scientific and technical literature, an analysis of the shampoo market from Ukrainian and foreign manufacturers. The composition of red chili pepper extract is considered in detail, the mechanism of action of capsaicin is explained.

The technology for obtaining shampoo with red chili pepper extract, as well as obtaining a two-phase spray and mask-balm, is scientifically substantiated and developed. The use of different extracts and extractants is justified depending on the desired result. Clarification of the mechanisms of action of different types of Capsicum annuum extracts allows you to correctly select the type of extractant and the optimal concentration of the active component depending on the intended purpose of the product.

Examples of shampoo recipes for increasing hair growth are considered, and the direction of research is justified. The recipe for shampoo, two-phase spray and mask-balm with red chili pepper extract is developed.

The material balance of the production of shampoo with red chili pepper extract is calculated, and the production scheme is described. The prescription percentage threshold for chili pepper extract was studied and analyzed.

Occupational health and environmental protection measures in production that meet GMP standards were proposed.



KEYWORDS**:** RECIPE, TECHNOLOGY, COSMETIC PRODUCTS, PRODUCTS FOR HAIRCARE, SHAMPOO, TWO-LAYER SPRAY, MASK-BALSAM, RED PEPPER CHILI EXTRACT, CAPSICUM ANNUUM

**ЗМІСТ**

**ВСТУП ……...** 8
**РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ……** 11
*1.1 Аналіз ринку сировини та отриманої продукції……* 11
*1.2 Опис властивостей сировини та екстракту червоного перцю чилі……..* 12
*1.3 Аналіз існуючих інноваційних технологій (рецептур)……..* 17
*1.4 Обґрунтування напряму досліджень ……* 20
**РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ……** 22
*2.1 Матеріали досліджень……..* 22
*2.2 Методи екстракції перцю чилі етилацетатом……* 22
*2.3 Метод мацерації перцю чилі етиловим спиртом……..* 23
*2.4 Метод мацерації квіток лілії білої (Lilium Candidum) за допомогою рафінованої соняшникової олії……..* 24
*2.5 Метод мацерації квіток черемхи (Prunus Padus), бузку (Syringa vulgaris) та кропиви (Urtica Urens) за допомогою суміші гліцерину з водою……..* 24
*2.6 Метод отримання шампуню з екстрактом червоного перцю-чилі……..* 25
*2.7 Метод отримання двофазного спрею з екстрактом червоного перцю-чилі……..* 25
*2.8 Метод отримання маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю-чилі……..* 26
*2.9 Прилади та методи оцінки якості косметичних засобів……* 27
**РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА ……** 28
*3.1 Використання різних екстрактів червоного перцю чилі та суттєва різниця між ними ……..* 28
*3.2 Математичне моделювання ……..* 29
*3.3 Розробка рецептури шампуню з екстрактом червоного перцю чилі з урахуванням математичної моделі ……..* 38
*3.4 Розробка рецептури двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі ……..* 41
*3.5 Розробка рецептури маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі ……..* 43
*3.6 Органолептичний аналіз двофазного спрею та маски-бальзаму, а також загальний ефект від косметичних засобів для волосся та шкіри голови ……* 45
**РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ……...** 53
*4.1 Опис принципової схеми виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю чилі ……..* 53
*4.2 Розрахунок матеріального балансу виробництва……* 55

*4.3 Підбір обладнання* ……..…… 57
*4.4 Опис апаратурно-технологічної схеми* ……..... 59
*4.5 Контроль якості готової продукції* ……..…….. 62
*4.6 Токсикологічний профіль шампуню з екстрактом червоного перцю чилі* …… 63
*4.7 Токсикологічний профіль двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі* …… 66
*4.8 Токсикологічний профіль для маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі* …… 69
**РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ……...** 74
*5.1 Вплив виробничого процесу на довкілля* ……..... 74
*5.2 Заходи щодо очищення викидів під час виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю чилі* …… 75
**РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ……** 77
*6.1 Ідентифіцікація небезпек* …… 77
*6.2 Технічні засоби захисту* …… 78
*6.3 Гігієнічні заходи та контроль* …… 79
*6.4 Пожежна безпека* ……..... 81
*6.5 Навчання персоналу* ……..... 82
**ВИСНОВКИ ……..** 84
**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ……..** 86

# ВСТУП

У сучасному світі косметична продукція вже давно перестала бути просто засобом гігієни - вона трансформувалась у потужний інструмент догляду, профілактики та навіть естетичного відновлення. Особливу увагу серед споживачів привертають продукти з рослинними екстрактами завдяки їх природному походженню, безпеці, а також вираженій дії. Одним із перспективних інгредієнтів у трихології є екстракт червоного перцю чилі (*Capsicum annuum*), який завдяки вмісту капсаїцину та капсаїцинодів проявляє здатність стимулювати ріст волосся, покращуючи мікроциркуляцію крові в шкірі голови [1, 2, 3].

Розробка лінійки косметичних засобів з таким функціональним інгредієнтом - це приклад поєднання традиційної народної медицини з інноваційними технологіями виробництва косметичних продуктів. Проте використання активного компонента такого типу потребує точного підбору основи, рівня pH, стабілізаторів, щоб продукт був не лише ефективним, але й безпечним та комфортним у застосуванні.

Звичайно, одного екстракту перцю чилі у засобах для шкіри голови та волосся недостатньо для того, щоб створити диво, але професійне поєднання з правильними активними речовинами, їхня спільна взаємодія здатна дійсно допомогти отримати лінійку косметичних засобів, які будуть працювати разом у тандемі, доповнюючи та покращуючи дію та ефекти один одного. У результаті використання лінійки косметичних засобів допоможе виконати відразу декілька завдань: ніжно очистити шкіру голови та волосся без сильного пошкодження, стимулювати волосяні фолікули, покращуючи ріст волосся, відновлювати пошкоджений ліпідний шар та укріплювати волосся за рахунок кератинового впливу. Тому пошук формул для нових унікальних косметичних засобів зумовлює актуальність даної роботи.

***Мета роботи:*** Розробити лінійку косметичних засобів з екстрактом червоного перцю чилі, яка буде включати у себе шампунь для очищення волосся

та збільшення росту волосся, двофазний спрей з рідким кератином та перцем чилі для відновлення ліпідного шару, захисту та укріплення волосся, а також маску-бальзам на основі ламелярної емульсії для легкої та швидкої доставки активів і покращення дії двох інших косметичних засобів.

***Об'єктом дослідження*** є технологія отримання шампуню, двофазного спрею та маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі.

***Предметом дослідження*** є шампунь, двофазний спрей та маска-бальзам з інноваційним інгредієнтом (екстрактом *Capsicum annuum*).

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

***Завданнями кваліфікаційної роботи є*:**

1. Проаналізувати властивості екстракту червоного перцю як функціонального інгредієнта.
2. Обґрунтувати вибір поверхнево-активної основи та допоміжних компонентів.
3. Обґрунтувати вибір двофазного спрею та маски-бальзаму для лінійки косметичних засобів.
4. Розробити рецептуру шампуню із заданими функціональними властивостями.
5. Розробити рецептуру двофазного спрею та маски-бальзаму.
6. Приготувати всі необхідні екстракти для роботи та пояснити свій вибір.
7. Визначити фізико-хімічні показники шампуню (pH, стабільність, піноутворення) і побудувати математичну модель на їх базі.
8. Провести оцінку органолептичних властивостей та споживчої прийнятності.

***Наукова новизна*** одержаних результатів: науково обогрунтовано та розроблено технологію отримання шампуню з екстрактом червоного перцю-чилі, а також отримання двофазного спрею та маски-бальзаму. Обгрунтовано використання різних екстрактів та екстрагентів у залежності від бажаного результату. Роз'яснення механізмів дії різних видів екстрактів *Capsicum annuum* дозволяє коректно підбирати тип екстрагенту та оптимальну концентрацію активного компонента залежно від цільового призначення засобу.

***Практична цінність*** даної роботи полягає у створенні лінійки косметичних засобів для догляду за волоссям, що містять екстракт червоного перцю чилі та мають науково обґрунтовані формули й технологію виробництва, зокрема технологію отримання шампуню. Отримані результати можуть бути застосовані як у побутовому використанні, так і для вирішення проблем, пов'язаних із випадінням волосся та стимуляцією його росту. Розроблена лінійка може бути впроваджена у майбутньому під час виробництва косметичних продуктів на підприємстві.

**Апробація:** O. Yakovlev, O. Podobii, Innovative hair-growth enhancing anti-dandruff shampoo with extract of capsicum annuum (hot red pepper chili). 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 року, Київ, НУХТ, 2025, том 2, с. 257.

**Yakovlev, O.** Capsaicin, its extraction, and potential innovative usage in cosmetics [Електронний ресурс] / O. Yakovlev, O. Podobiy // Актуальні проблеми хімії та хімічної технології: матеріали II-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 листопада 2024 р., м. Київ. – Київ : НУХТ, 2024. – С. 120-121. – Режим доступу https://dspace.nuft.edu.ua/items/a5868070-e060-4478-8e44-d1b960849da6

# РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## *1.1 Аналіз ринку сировини та отриманої продукції*

Сучасний косметичний ринок характеризується динамічним розвитком і зростаючим попитом на натуральні та функціональні компоненти, зокрема на основі рослинних екстрактів. Особливу увагу виробників і споживачів привертають засоби, які не лише очищують, а й мають терапевтичні властивості - стимулюють ріст волосся, зміцнюють волосяні фолікули, борються з випадінням [4, 5].

Одним із перспективних активних інгредієнтів є екстракт червоного перцю чилі (*Capsicum annuum*). Завдяки вмісту капсаїцину, флавоноїдів та антиоксидантів, він здатний покращувати мікроциркуляцію крові, активізувати "сплячі" фолікули волосся та стимулювати їх ріст [6]. Це робить його популярним у виробництві активних сироваток, масок, бальзамів і шампунів.

На ринку України, а також у країнах ЄС, зростає кількість засобів із подібною дією - прикладом можуть слугувати продукти брендів «Kallos», «Garnier», «Evalar», «Dr. Sante», які пропонують шампуні та тоніки з ефектом стимуляції росту волосся. Проте далеко не всі з них містять натуральний екстракт *Capsicum annuum*, або використовують його у високих концентраціях, що може викликати подразнення шкіри.

Щодо ринку сировини, то екстракти червоного перцю доступні у вигляді: гліколевих, спиртових та масляних форм. Особливу увагу заслуговують $CO_2$ екстракти, які зроблені з використанням інноваційної технології надкритичної екстракції [7, 8]. Перевагою цього методу є повна відсутність домішок, лише чистий концентрований екстракт, оскільки $CO_2$ спочатку стає рідиною при зміні тиску, а при відновленні до атмосферного – повністю випаровується. Однак, є і суттєвий недолік таких екстрактів: ціна на них у декілька разів більше, ніж у порівнянні з масляними та пропіленгліколевими екстрактами. Окрім того,

використання концентрованого екстракту – не завжди гарантія високого вмісту капсаїцину, оскільки деякі виробники спеціально використовують меншу кількість капсаїцину для зменшення ціни, а також нібито для безпечного ужитку. Тому питання використання в останню чергу залишається за виробником косметичної продукції у залежності від його побажань та фінансових можливостей.

Серед відомих постачальників сировини - «Aromashka», «Spivak», «MakingCosmetics», «Zubrit», а також спеціалізовані лабораторії з сертифікованими органічними екстрактами. Крім *Capsicum annuum*, попитом користуються й інші стимулюючі компоненти - кофеїн, ніацинамід, ментол [9], які можуть синергічно посилювати ефект червоного перцю.

Попит на шампуні з натуральними активними інгредієнтами постійно зростає. Дані засоби користуються особливою популярністю серед молоді та людей з проблемами випадіння волосся.

### *1.2 Опис властивостей сировини та екстракту червоного перцю чилі*

Основною сировиною є червоний перець чилі (*Capsicum annuum*). Він є добре відомим джерелом біологічно активних речовин, серед яких основними є капсаїциноїди (особливо капсаїцин), каротиноїди**,** вітаміни групи В**,** вітамін С**,** флавоноїди. Він широко використовується в медицині, косметології, фармації та народній практиці завдяки своїм вираженим біостимулюючим**,** протизапальним**,** антиоксидантним і зміцнюючим властивостям.

Капсаїцин (транс-8-метил-N-ваніліл-6-ноненамід) – це алкалоїд, який міститься у гірких сортах *capsicum annuum* і є однією з речовин, яка відповідає за його гостроту. Його молекулярна формула $C_{18}H_{27}NO_3$, а молекулярна маса дорівнює 305.40 г/моль. Взагалі перець містить ціле сімейство капсаїциноїдів (*рис. 1.11*) [10]:

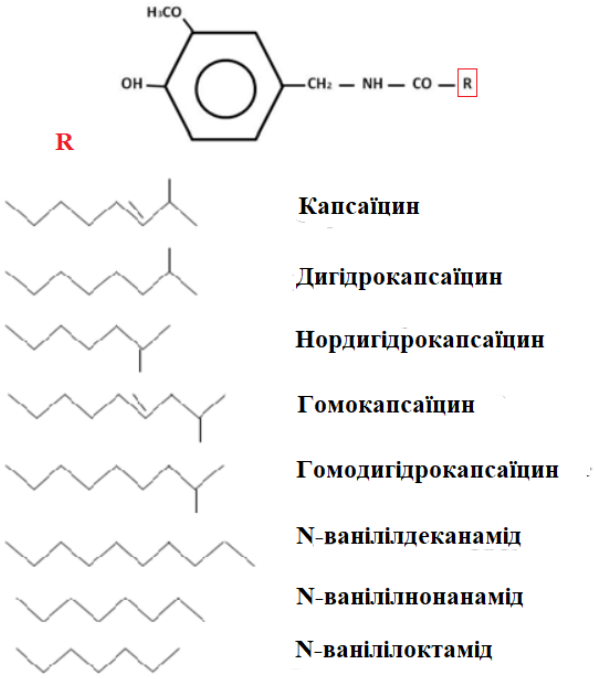


**Рисунок 1.1** - Речовини, які входять у сімейство капсаїциноїдів [10]

Більш, ніж 20 відомих капсаїциноїдів – це аміди, які утворені у результаті конденсації ваніліламіну та жирних кислот, з різною довжиною ланцюга. Форми різних природних капсаїциноїдів залежать від кількості атомів R бічного ланцюга або наявності чи відсутності ненасиченості (*рис. 1.1*). Капсаїциноїди синтезуються природним шляхом у плодах перцю чилі (ферментетативна конденсація ваніліламіну та жирних кислот з різною кількістю атомів вуглецю). Фермент, який активує цю реакцію називається капсаїцинсинтаза (CS). Структурні відмінності між капсаїциноїдами визначаються природою бічного ланцюга, який коливається від 9 до 11 атомів карбону, зі змінною кількістю подвійних зв'язків, розташованих у різних положеннях (*рис. 1.1*). Що стосується головного компоненту гострого перцю – капсаїцину, то він був вперше кристалізований Трешом у 1876 році, який і дав назву капсаїцин, а от його молекулярна структура була відкрита Нельсоном та Доусоном у 1919 році. Капсаїцин проявляє цис/транс ізомеризм, оскільки подвійний зв'язок запобігає внутрішньому обертанню. Цей алкалоїд завжди знаходиться у транс-положенні,

оскільки цис-положення є стерично ускладненим, враховуючи близькість у даному положенні групи -$CH(CH_3)_2$ та довшого ланцюга з іншого боку. Натомість у транс-положенні такого стеричного навантаження немає, відповідно транс-ізомер буде стійкішим, ніж цис (*рис. 1.2* [10]).

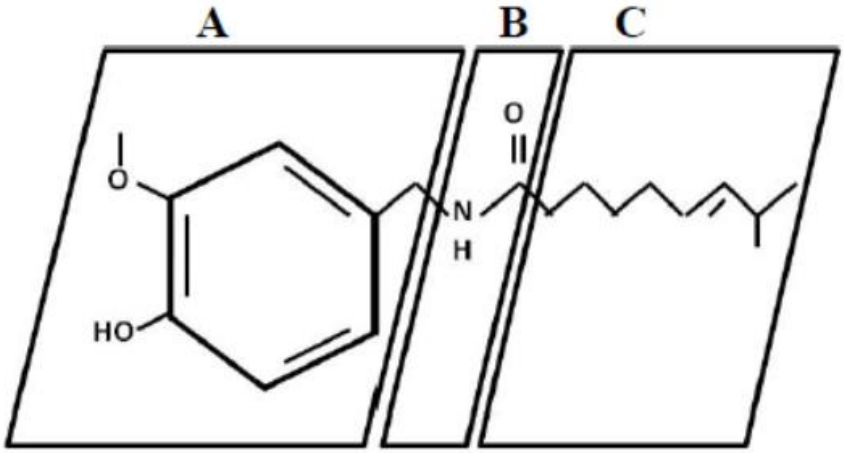


**Рисунок 1.2** - Молекула капсаїцину, розбита на три частини: А – ароматичне кільце, В – амідний зв’язок, С – гідрофобний бічний ланцюг

Взаємозв’язок структура-активність (SAR) для агоністів капсаїцину (речовина, яка здатна взаємодіяти з рецепторами і запускати внутрішньоклітинні біохімічні процеси в організмі) раціоналізована, шляхом поділу молекули капсаїцину на три частини: А (ароматичне кільце), В (амідний зв’язок) та С (гідрофобний бік) (*рис. 1.2*). Замісники у положеннях 3 і 4 А-кільця є важливими для агоністичної активності, як і фенольна 4-ОН група у похідних капсаїцину, оскільки донорно-акцепторні властивості водневих зв’язків фенольної групи відіграють ключову роль у цьому процесі [11]. Що стосується карбонового скелету у частині С, то для покращення біологічної активності, як пише [12], повинні бути арилалкільні групи, які заміщені у пара-положенні малими гідрофобними фрагментами.

Також варто звернути увагу на механізм дії капсаїцину, яким чином він викликає печіння та біль потрапляючи в організм. Капсаїцин зв’язує ваніloїдні

рецептори підтипу 1 (TRPV1), який є рецептором іонних каналів, виражених сенсорними нейронами. Коли ці рецептори зв'язуються з транс-8-метил-N-ваніліл-6-ноненамідом, то стрімко збільшується рівень внутрішньоклітинного кальцію, а відповідно, вивільнюються нейропептиди [13]. Таким чином, вони подають сигнал мозку про надмірне тепло. Фактичного пошкодження тканин не відбувається, але нейросигнал надсилається таким, ніби тканина зазнала опіку. Отже, екстремальний вплив може призвести до того, що організм спровокує запальну реакцію, яка призведе вже до реального пошкодження тканин. Це означає, що капсаїцин та екстракт червоного перцю потрібно використовувати у косметичних засобах з особливою обережністю. З іншого боку, варто відзначити, що капсаїцин не завжди викликає особливе печіння на шкірі. Це більше стосується слизової оболонки. Хоча у деяких випадках він може проявлятися не відразу, а через деякий час. Наприклад, при нанесенні лікувального крему з екстрактом перцю чилі на хвору ділянку з наступними фізичними вправами може призвести до дуже сильного відчуття тепла у даному місці. Відповідно, дуже важливо враховувати правильне дозування, а також вміст капсаїцину в інгредієнтах, оскільки не завжди можна купити екстракт перцю з великим відсотковим вмістом даного алкалоїду.

Сам екстракт червоного перцю може бути у вигляді спиртового, пропіленгліколевого, масляного екстракту, або ж бути у чистому вигляді, якщо застосовувалася надкритична флюїдна екстракція вуглекислим газом. Інколи можна зустріти стандартизований (до 10% вмісту) екстракт перцю чилі. У даному випадку використовується його екстракція гексаном з наступним випаровуванням. Екстракт яскраво червоного кольору. Чим більший вміст капсаїцину – тим інтенсивніший колір. Барвник настільки сильний, що легко здатний пофарбувати будь-який з косметичних засобів у колір починаючи від помаранчевого, і закінчуючи багряно-червоним.

Косметична дія: капсаїцин та інші капсаїциноїди активують кровотік у шкірі, посилюють живлення волосяних фолікул, проявляють антисептичну дію, знищуючи частину патогенної мікрофлори на шкірі голови. Проявляє

зміцнюючу дію, покращуючи ріст волосся. Каротиноїди захищають клітини від ушкоджень вільними радикалами (антиоксидантна дія). Проявляється тонізуючий ефект: залишається приємне відчуття тепла та легке поколювання [14].

Хоч виробники косметики заявляють, що екстракт має високу біологічну дію і його можна використовувати лише у концентраціях до 1%, а інколи навіть менше, ми не до кінця погоджуємося з цим твердженням. Високі дози не завжди будуть викликати сильне печіння, лише у випадку дуже сильного втирання у шкіру після масажу, потрапляння на слизову оболонку або у випадку, якщо у людини пошкоджена шкіра голови через часте та інтенсивне миття голови. Підсумовуючи, потрібно бути дуже обережним з концентраціями екстракту перцю чилі, оскільки відсоток введення у косметичні засоби для волосся ніколи не буде універсальним і залежить від багатьох факторів. Інколи, краще втратити в ефективності, ніж зробити засіб непридатним до використання.

Екстракт червоного перцю чилі широко застосовується у косметиці. На сьогоднішній день у західних виробників косметики (особливо США, Мексика, а також декілька країн Західної Європи), використовуються шампуні з екстрактом червоного перцю, оскільки відомо, що капсаїцин також позитивно впливає на ріст волосся людини. Також даний алкалоїд, завдяки своїм знеболюючим властивостям, отримав широке застосування у косметичних кремах, які використовують під час болю у колінних суглобах, спині тощо.

### *1.3 Аналіз існуючих інноваційних технологій (рецептур)*

Індустрія догляду за волоссям стрімко розвивається завдяки зростаючому попиту на натуральні, ефективні та водночас м’які косметичні продукти. Сучасні рецептури шампунів часто включають рослинні екстракти**,** гідролати**,** аміно- та пептидні комплекси**,** м'які ПАРи, а також інкапсульовані активи. Нижче наведено огляд ключових інноваційних підходів у рецептурах шампунів, що мають найбільший вплив на якість і ефективність готового продукту.

Однією з головних тенденцій є заміна агресивних сульфатів (SLS, SLES) на більш делікатні ПАРи рослинного походження, які забезпечують ефективне, але м’яке очищення [15, 16, 17]. Нижче у *таблиці 1.1* наведено порівняльну характеристику ПАРів.

**Таблиця 1.1** - Порівняльна характеристика ПАРів

| **Тип ПАР** | **Приклад** | **Переваги** |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Нейоногенні | Коко-глюкозид<br><br>Децилглюкозид | Висока сумісність зі шкірою, пінна здатність. |
| Амфотерні | Кокамідопропілбетаїн | Підвищення в'язкості, зниження подразнення |
| Аніонні (м’які) | Лауроамфоацетат, Кокосульфат натрію | Нижча агресивність, ніж лаурилсульфат натрію |

Ці ПАР часто комбінуються для досягнення синергічного ефекту - стабільна піна, ніжне очищення, комфорт для чутливої шкіри.

Інноваційні рецептури активно включають натуральні екстракти, зокрема:

- Перець чилі (*Capsicum annuum*) – стимулює мікроциркуляцію та ріст волосся.
- Екстракт кропиви – протизапальна дія, живлення фолікулів.
- Гідролат чайного дерева – протигрибкова, себорегулююча дія.
- Гідролат евкаліпта – освіжаючий ефект, протимікробна активність.

Такі екстракти часто входять до рецептур лікувальних або стимулюючих шампунів, масок, бальзамів та інших засобів по догляду за волоссям і зокрема проти випадіння волосся.

У сучасні рецептури вводяться гідролізати кератину, протеїнів шовку, пшениці, які мають такі властивості:

- Відновлюють пошкоджену кутикулу волосся.
- Забезпечують ефект «ламінування».
- Підвищують еластичність і блиск.

Інновацією також є використання інкапсульованих протеїнів, що забезпечують поступове вивільнення активів під час миття голови.

Сучасні шампуні та маски для волосся містять багатокомпонентні зволожувальні системи. Наприклад: гліцерин, молочна кислота, сечовина, трегалоза, бетаїн тощо.

Ці речовини підтримують водний баланс шкіри голови, знижують подразнення після миття та підвищують комфорт використання продукту. Особливої уваги заслуговує трегалоза, яка є унікальним зволожувачем, максимально підсилюючу дію таких відомих речовин як гіалуронова кислота, пантенол, гліцерин. За даними [18], які посилаються на сучасні дослідження, введення трегалози з іншими зволожувачами дозволяє подовжити їх дію щонайменше на 48 годин.

Інноваційні рецептури часто включають ефірні олії та природні запашки [14], які не лише покращують сенсорні властивості, а й мають терапевтичну дію (ефірна олія м’яти – тонізує, чайного дерева – очищує тощо).

Інновації в косметології не обмежуються лише складом. Все частіше використовують біорозкладні компоненти, ПАР на основі цукрів та жирних кислот, енергозберігаючі технології виробництва, веганські рецептури тощо.

Такі згущувачі як гуарова та ксантанова камеді, інулін, окрім своєї безпосередньої функції, покращують текстуру, стабільність, дають ефект кондиціонування та легкої розчісуваності волосся без використання силіконів [19]. Варто відзначити, що їх використання є дуже важливим особливо у безсульфатних формулах, оскільки на відміну від класичних сульфатних ПАР, більшість даних поверхнево-активних речовин неможливо загустити кухонною сіллю [20, 21, 22]. *У таблиці 1.2* наведено порівняння шампунів з екстрактом перцю чилі, що представлені на ринку.

**Таблиця 1.2** - Порівняння шампунів з екстрактом червоного перцю чилі, які представлені на ринку

| Назва продукту | Виробник | Активні компоненти | Призначення | Особливості |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| DNC Шампунь з червоним перцем | DNC (Латвія) | Екстракт перцю, кропиви, касторова олія | Стимуляція росту волосся | Потужне розігріваюче відчуття |
| Natura Estonica Growth Shampoo | Natura Siberica | Екстракт перцю, кофеїн, арктичні ягоди | Проти випадіння волосся | ECOCERT сертифікація |
| Kativa Chili & Keratin | Starbrands (Перу) | Chili pepper extract, кератин | Зміцнення, живлення, блиск | Без сульфатів і парабенів |
| Tropicana Herbal Shampoo | Tropicana (Таїланд) | Chili extract, екстракт алое, кокосова вода | Прискорення росту волосся | Рослинна формула |
| Innovatis Red Pepper Therapy | Innovatis (Іспанія) | Red pepper, арганова олія, біотин | Профілактика алопеції | Професійний сегмент |

*1.4 Обґрунтування напряму досліджень*

У XXI столітті спостерігається інтенсивний розвиток ринку засобів особистої гігієни, зокрема косметичних засобів для догляду за волоссям. Сучасні споживачі все частіше почали звертати увагу на використання м’якіших шампунів, а також відновлення пошкодженого ліпідного шару та профілактику ламкості та випадіння волосся. У зв’язку з цим зростає попит на інноваційні формули, що включають активні рослинні компоненти з доведеною ефективністю [23].

Особливої уваги заслуговує вищезгаданий екстракт червоного перцю чилі (*Capsicum annuum*), який містить активну речовину - капсаїцин та капсаїциноїди. Він стимулює мікроциркуляцію крові, викликає локальне нагрівання шкіри та

активізує метаболічні процеси у волосяних фолікулах. Це сприяє профілактиці випадіння волосся та стимуляції його росту. Тому розробка лінійки косметичних засобів із вмістом екстракту червоного перцю є перспективним напрямом інноваційної косметології, оскільки її використання може допомогти з трьома речами: миттям голови і паралельним стимулюванням волосяних фолікул, щоденним використанням спрею, який би захищав волосся та стимулював його ріст та маска-бальзам, яка би додатково відновлювала ліпідний шар і виконувала би профілактику від алопеції.

Інноваційність даної розробки полягає у поєднанні шампуню з високою піноутворюючою здатністю (за рахунок кокосульфату натрію та коко-глюкозиду), з унікальним двофазним спреєм для щоденного використання, який містить екстракт перцю чилі та легкої маски-бальзаму. Варто відзначити, що перегляд продукції різних світових виробників показав, що на даний момент даному продукту немає аналогів. Звичайно, двофазні спреї є досить поширеними серед косметичних продуктів, але на даний момент ще ніхто не вводив у ці формули екстракт червоного перцю.

Ще однією інновацією є використання додатково маски-бальзаму, використовуючи при цьому ламелярну емульсію для легкої та швидкої доставки активних речовин у шари шкіри, яка має у своєму складі екстракт лілії, який додатково заспокоює шкіру та насичує поживними речовинами.

Усі компоненти, передбачені рецептурами, мають високий ступінь біорозкладу, не шкодять довкіллю, не накопичуються у водних екосистемах. Це важливо у контексті глобальних тенденцій сталого розвитку та еко-свідомості споживачів. Крім того, формула шампуню враховує вимоги міжнародних стандартів (ISO 16128, COSMOS, ECOCERT [24, 25, 26]) щодо натуральності та органічності інгредієнтів.

Отже виходячи з даного літературного огляду, можна зробити висновок, що екстракт червоного перцю чилі є перспективним активом завдяки капсаїцину, який має унікальний механізм дії і стимулює ріст волосся. Інноваційні технології виробництва та рецептури, які містять сучасні зволожуючі речовини та м’які

ПАР є перспективним напрямком для створення оригінальних та дуже ефективних косметичних засобів.

# РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

## *2.1 Матеріали досліджень*

Для проведення експерименту як сировину було використано плоди червоного перцю чилі (*Capsicum annuum*), придбані на одному зі столичних ринків. Після чого сировину було ретельно промито проточною водою для видалення пилу та механічних домішок. Потім плоди просушували на повітрі при кімнатній температурі до зникнення надлишкової вологи. Після чого перець було подрібнено на шматочки (приблизно 1-2 см) з метою збільшення площі контакту рослинної сировини з екстрагентом.

Підготовлена сировина зберігалася у щільно закритому скляному контейнері у темному місці при температурі близько +20-23 °С до моменту проведення екстракції.

## *2.2 Методи екстракції перцю чилі етилацетатом*

Згідно статті [27], етилацетат проявляв свої найкращі екстрагуючі властивості, у порівнянні з іншими розчинниками, окрім того, його можна віднести до найменш токсичних екстрагентів. А також, він входить у категорію «зелених розчинників» [28, 29], тобто є *eco-friendly*, на відміну від *n*-гексану, який є досить популярним екстрагентом [30].

Подрібнений на шматочки (1-2 см) перець-чилі був завернутий у «патрони», зроблені з фільтрувального паперу і поміщений у циліндричний екстрактор апарату Сокслета (*Рис. 2.1*).

**Рисунок 2.1** – екстракція в апараті Сокслета

У колбу було залито приблизно 250 мл етилацетату (на 25 г сухого продукту), а сама колба була поміщена на плитку для подальшого нагрівання. Циліндричний екстрактор було встановлено зверху, під'єднано зворотній холодильник з безперервним водоохолодженням. За рахунок підігріву пари етилацетату піднімалися вгору, змочуючи «патрони» з сировиною і переводячи всі необхідні речовини у розчин. Екстракція тривала приблизно 48 годин, а як результат отримано розчин помаранчевого кольору з характерним як для перцю з етилацетатом запахом, що свідчить про перехід капсаїциноїдів та каротиноїдів в екстрагент.

*2.3 Метод мацерації перцю чилі етиловим спиртом*

Промитий, висушений та подрібнений на шматочки (1-2 см) перець-чилі у кількості 25 г був поміщений у 500 грамову скляну ємність, де було додано приблизно 200-250 мл 96%-етилового спирту від виробника ПрАТ «Біолік», так щоб спирт повністю покривав сировину і ще додатково було близько 3 мм екстрагенту зверху. Мацерація тривала протягом 10 днів, після чого яскраво-червоний екстракт з характерним перцево-пряним запахом було відфільтровано за допомогою воронки з ваткою. Даний екстракт використовувався у формулі шампуня.

*2.4 Метод мацерації квіток лілії білої (Lilium Candidum) за допомогою рафінованої соняшникової олії*

Розкриті квіти лілії, які попередньо було зрізано три дні тому, були куплені в одному з квіткових магазинів Києва. Процедура відбувалася за схожим методом, як описано в [31]. Пелюстки були окремо відділено від стеблів та листків, подрібнено, ретельно промито проточною водою, після чого залишено сушитися протягом 7-10 днів. Далі повністю висушені пелюстки у кількості 50 г було поміщено у скляну ємність на 500 г, куди було залито близько 250 г рафінованої соняшникової олії марки «Олейна», так щоб, сировина була повністю вкрита екстрагентом і ще додатково було приблизно 3 мм рідини. Ємність з мацератом була поміщена у тепле темне місце. Мацерація тривала 10 днів при температурі приблизно 23-25 градусів. Після чого отриманий екстракт (золотисто-зеленого кольору) було відфільтровано за допомогою воронки з ваткою. В отриманий мацерат було додано 1% від маси токоферол ацетату (у даному випадку було додано 2,5 г), від фірми BASF. Даний екстракт використовувався у формулі маски-бальзаму.

*2.5 Метод мацерації квіток черемхи (Prunus Padus), бузку (Syringa vulgaris) та кропиви (Urtica Urens) за допомогою суміші гліцерину з водою*

Свіжозрізані у травні в одному з парків Києва квітки черемхи було промито водою, подрібнено та висушено. Після чого повністю сухі подрібнені квітки у кількості 25 г було поміщено у скляну ємність на 500 г, куди було залито близько 250 г суміші гліцерину з дистильованою водою у пропорції 40:60. Ємність з екстрактом було поміщено у темне місце на 21 день. Після чого світло-жовтого кольору мацерат було відфільтровано за допомогою воронки з ваткою та додано 1% консерванту «Cosgard» від виробника «Chemipol» (у даному випадку було додано 2,5 г).

Бузок був зрізаний у травні в одному з парків столиці, після чого промитий водою, подрібнений та висушений. Мацерація квіток бузку з подальшою

фільтрацією темно-коричневого екстракту відбувалася за схемою, аналогічною до вищеописаної екстракції черемхи.

Аналогічним чином було отримано екстракт кропиви – помаранчево-коричневого кольору розчин.

*2.6 Метод отримання шампуню з екстрактом червоного перцю-чилі*

Суміш 13,5 г кокосульфату натрію та 24,5 г коко-глюкозиду від німецького виробника «BASF» було зважено та поміщено у стакан на 100 грамів. Далі відбувалося нагрівання до 65 градусів протягом 20 хвилин для розплавлення ПАР. У стакані на 250 грамів було зважено 37,4 г дистильованої води, яка підігрівалася також до температури 65 градусів, а у стаканчик на 10 мл було залито 4,3 г гліцерину, у якому при сильному перемішуванні вінчиком (міні-аналогом механічної мішалки) було диспергровано 0,4 г гуарової камеді від індійського виробника «Neelkanth Polymers». Далі диспергровану камедь було поміщено у стакан з попередньо підігрітою дистильованою водою, у який при обережному перемішуванні скляною паличкою (щоб уникнути високого піноутворення) було додані ПАР. Після того, яка суміш охолонула до 40 градусів було додано 1 г консерванту «Cosgard» від фірми «Chemipol». Після чого при перемішуванні скляною паличкою по черзі додано 3 г попередньо приготований та вищеописаний спиртовий екстракт червоного перцю-чилі, 2 г кератину протеїнів гідролізат («Croda»), 2 г шовку гідролат протеїнів («Natura Tec»), 2 г гідролату лаванди, 2 г екстракту кропиви, 1,5 г гідролату чайного дерева, 2,5 г гідролату евкаліпта (всі українського виробника), 2 г NMF («Kemiderm») та 1,5 г запашної речовини. Після чого стакан було накрито папером та поміщено у темне місце на 24 години, щоб піна, яка утворилася при перемішуванні зникла. Після чого було додано 0,4 г молочної кислоти (українського виробника) для того, щоб підкорегувати pH до комфортних для шкіри 5,8-6,0.

*2.7 Метод отримання двофазного спрею з екстрактом червоного перцю-чилі*

У стакані на 250 мл було 4,5 г ніацинаміду фірми «BASF» було розчинено у 78,5 г дистильованої води при нагріванні до 40 градусів. Після чого було додано 3 г пантенолу (китайського виробника), 3 г рідкого кератину («Sepicap MP»), 7,5 г гідролату протеїнів шовку («Natura Tec»), 37,5 г гідролату берези (українського виробника) та 1,5 г консерванту «Cosgard» від фірми «Chemipol».

В іншому стакані на 100 мл було змішано 3 г каприк/каприлік тригліцеридів, 1,5 г коко каприлату, 1,5 г токоферол ацетат (всі від фірми «BASF»), 2,25 г солюбілізатора Полісорбат-80 (індійського виробника), 0,3 г віддушки, 1,5 г і 0,75 г і 0,45 г $CO_2$ екстрактів зародків пшениці, імбиру та червоного перцю-чилі (українських виробників), відповідно. Екстракт перцю-чилі був куплений саме на сайті [32], оскільки на практиці цей екстракт не викликає сильного печіння. Далі масляна фаза була додана до водної з помішуванням скляною паличкою. Далі було додано 2,25 г молочної кислоти до pH 4,5. Утворився однорідний мутний розчин, а через 5-10 хвилин зверху почала з’являтися масляна фаза. Протягом 3 годин масляний шар повністю проявився зверху, тобто можна стверджувати, що нам вдалося зробити саме двофазний спрей.

### *2.8 Метод отримання маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю-чилі*

У стакані на 250 мл було розчинено 3 г трегалози і 3 г ніацинаміду у 53,5 г дистильованої води. Суміш підігрівалася до 40 градусів до повного розчинення. Після чого було додано власні водно-гліцеринові екстракти кропиви, черемхи та бузку та екстракт календули українського виробника (всі по 5 г), а також 1 г консерванту «Cosgard» від фірми «Chemipol».

Окремо у стакані на 100 мл було змішано 12 г власного екстракту лілії, 2 г каприк/каприлік тригліцеридів, 1 г коко каприлату, 0,5 г токоферол ацетат (всі від фірми «BASF»), по 0,5 г $CO_2$ екстрактів арніки, імбиру та червоного перцю чилі (такого самого як для двофазного спрею – див. вище) та ефірної олії шавлії Усі екстракти та ефірна олія від українського виробника.

У водну фазу поступово при дуже інтенсивному перемішуванні вінчиком додано 1,5 г згущувача Aristoflex AVC (кополімер акриламідометилпропансульфонової кислоти та вінілпірролідону) від виробника «Clariant». Коли залишалося додати приблизно чверть від необхідної кількості, у водну фазу було додано при перемішуванні масляну фазу. Після чого при перемішуванні вінчиком додано залишок згущувача. Варто додати, що таку густину дуже важко перемішувати вінчиком, тому на малих кількостях потрібно перемішувати вручну. Якщо робити на більшу кількість потрібно використовувати або механічну мішалку, або міксер з лопатами. Далі до вже утвореної ламелярної емульсії було додано 0,5 г молочної кислоти до pH 5,1.

*2.9 Прилади та методи оцінки якості косметичних засобів*

Якість отриманого шампуню оцінювалася за наступними параметрами: pH, який вимірювався за допомогою ручного pH-метру (PH02), який було попередньо відкалібровано по трьох точках: 4,01, 6,86 та 9,18. Піноутворююча здатність вимірювалася за допомогою звичайної лінійки, час життя піни – за допомогою електронного секундоміра, а вміст сухої речовини вимірювався за допомогою сушильної шафи (Drying Oven AC 220V 16L 500W). За отриманими даними розраховувалася кратність піни та стійкість піни за формулами:

Кратність піни = $(V_{піни}/V_{розчину})*100\%$,

де $V_{піни}$ – об’єм піни після збивання, $V_{розчину}$ – початковий об’єм шампуню

Стійкість піни = $(V_t/V_0)*100\%$,

де $V_0$ – об’єм піни після збивання, $V_t$ – об’єм піни через проміжок часу,

Далі будувалася математична модель за допомогою програми «Statistica». Оптимальна формула шампуню оцінювалася трьома добровольцями за допомогою органолептичного аналізу.

Якість двофазного спрею та маски-бальзаму оцінювалася сенсорною групою у кількості п’яти людей у віці 29-55 років за допомогою органолептичного аналізу протягом одного місяця.

# РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

## *3.1 Використання різних екстрактів червоного перцю чилі та суттєва різниця між ними*

Першим етапом даної роботи було підібрати, який саме екстракт перцю чилі використовувати. Спочатку ідеєю було отримати екстракт з етилацетату. Як вже було описано у попередньому розділі, етилацетат вважався найкращим розчинником у зв'язку з тим, що він *eco-friendly* та має найкращі екстрагуючі властивості. Однак варто зауважити, що в контексті даного питання, я розміркував більше з хімічної точки зору, а не технологічної, де задачею є отримати продукт з максимальним виходом і мінімальними втратами, застосовуючи мінімально токсичні реагенти. Натомість на практиці не було враховано, що незважаючи на істотні переваги даного розчинника, є і суттєві недоліки, які є фактично ключовими – сильний та різкий запах, який не можна перебити жодною з запашок. Навіть при використанні різноманітних запашних речовин, завжди нотки етилацетату будуть залишатися і найгірше, що цей запах залишиться також і на волоссі. Тому, після спроби впровадження етилацетатового екстракту перцю чилі у рецептуру, було ухвалене рішення використовувати екстракт з етанолу. Звичайно, даний розчинник є гіршим з хімічної точки зору, оскільки має значно менші екстрагуючі властивості, але з естетичної та органолептичної точки зору – це є правильним та важливим рішенням.

Тим не менш на нашу думку використовувати етаноловий екстракт можна лише у шампуні, а не для всіх продуктів лінійки косметичних засобів. Наприклад, для двох інших формул, у рецептурах використовувалися $CO_2$-екстракти червоного перцю чилі. Пояснити це можна наступним. По-перше, етаноловий розчин буде сушити волосся і шкіру голови. Якщо у шампуні його використання може бути доречним, у зв'язку з його швидким змиттям (по інструкції відбувається намилювання всіх частин голови з волосяним покривом з наступним змиттям великою кількістю теплої води), то у двофазному спреї чи масці-бальзамі він може більше шкодити, ніж дійсно позитивно впливати.

Другою причиною є те, що екстракт не є стандартизованим, для того, щоб визначити кількість капсаїцину та інших речовин з родини капсаїциноїдів, потрібно робити хроматографічне дослідження, що є дорогим, а по-друге, немає гарантії, що перець куплений один раз на базарі, наступного разу буде мати таку саму гостроту. Це пов'язано з тим, що навіть один і той самий сорт не завжди містить таку саму кількість діючих речовин. Натомість при покупці $CO_2$-екстракту у постачальника можливо отримати сертифікат якості і бути впевненим, що кількість капсаїцину знаходиться принаймні у певному діапазоні (7-8%). Звичайно, можна би було використовувати $CO_2$-екстракт і в шампуні, але було вирішено від цієї ідеї відмовитися, оскільки сам екстракт розчинний в олії, відповідно, у шампунь потрібно додавати солюбілізатор, який би міг його тримати в одній фазі, на даючи можливість розшаровуватися. Найкращим варіантом міг би бути PEG-40 (Hydroginated Castor Oil), але тоді шампунь вже би не міг вважатися натуральним. Ряд даних причин зумовив використання у шампуні етанолового екстракту перцю чилі, а у двофазному спреї та масці-бальзам - $CO_2$-екстракту.

*3.2 Математичне моделювання*

Для того, щоб визначити оптимальний склад інгредієнтів, враховуючи всі фізико-хімічні показники продукту було зроблено математичне моделювання. Для цього приготовано 7 зразків, у яких змінювався відсоток введення лише наступних речовин: екстракту червоного перцю, гідролату евкаліпту і гідролату чайного дерева (*Таблиця 3.1*). У першому, другому та третьому зразках вводилися лише екстракт червоного перцю, гідролат евкаліпту та гідролат чайного дерева, відповідно. У зразках 12, 13 та 23 варіювалися, відповідно, дві речовини, натомість у зразку 123 вводилися три компоненти в еквівалентній пропорції. Далі для даних зразків було проведено ряд наступних досліджень: органолептичний аналіз (зовнішній вигляд), вимірювання водневого показника pH, виміряно піноутворюючу здатність, обраховано кратність та стійкість піни, а також виміряно час життя піни у хвилинах, а також за допомогою

термогравіметричного аналізу розраховано у відсотках вміст сухої речовини. Результати для всіх зразків описані у *таблиці 3.2*.

**Таблиця 3.1 -** Вміст компонентів у відсотках для 7 різних зразків

| Шифр зразку | Вміст компонентів, % | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Екстракт перцю | Гідролат евкаліпту | Гідролат чайного дерева | Коко-глюкозид | Кокосульфат натрію | Вода | Гліцерин | Гуарова камедь | Кератину ПГ | Гідролат лаванди | Шовку ГП | Екстракт кропиви | NMF | Консервант | Запашка | Молочна к-та |
| **1** | 5 | 0 | 0 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **2** | 0 | 5 | 0 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **3** | 0 | 0 | 5 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **12** | 2,5 | 2,5 | 0 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **13** | 2,5 | 0 | 2,5 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **23** | 0 | 2,5 | 2,5 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |
| **123** | 1,66 | 1,66 | 1,67 | 24,5 | 13,5 | 38,9 | 4,3 | 0,4 | 2,0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 0,4 |

**Таблиця 3.2** - Одержані результати досліджень

| № | Показник | Розчин 1 | Розчин 2 | Розчин 3 | Розчин 12 | Розчин 13 | Розчин 23 | Розчин 123 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Зовнішній вигляд | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина | Однорідна в'язка речовина |
| 2 | Водневий показник, pH | 6,1 | 5,9 | 5,8 | 6,0 | 6,0 | 5,9 | 6,0 |
| 3 | Піноутворююча здатність, мм | 130 | 125 | 132 | 127 | 128 | 126 | 129 |
| 4 | Кратність піни | 4,1 | 4,0 | 4,2 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 4,1 |
| 5 | Стійкість піни | 0,89 | 0,88 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,89 |
| 6 | Час життя піни, хв | 4,6 | 4,3 | 4,8 | 4,4 | 4,5 | 4,4 | 4,5 |
| 7 | Вміст сухої речовини, % | 14,8 | 14,6 | 14,9 | 14,5 | 14,5 | 14,5 | 14,7 |

Базуючись на отриманих результатах, для кожного з показників було побудовано графічну інтерпретацію за допомогою *Simplex-методу*. Дані моделі зображено на *рис. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 і 3.6.*

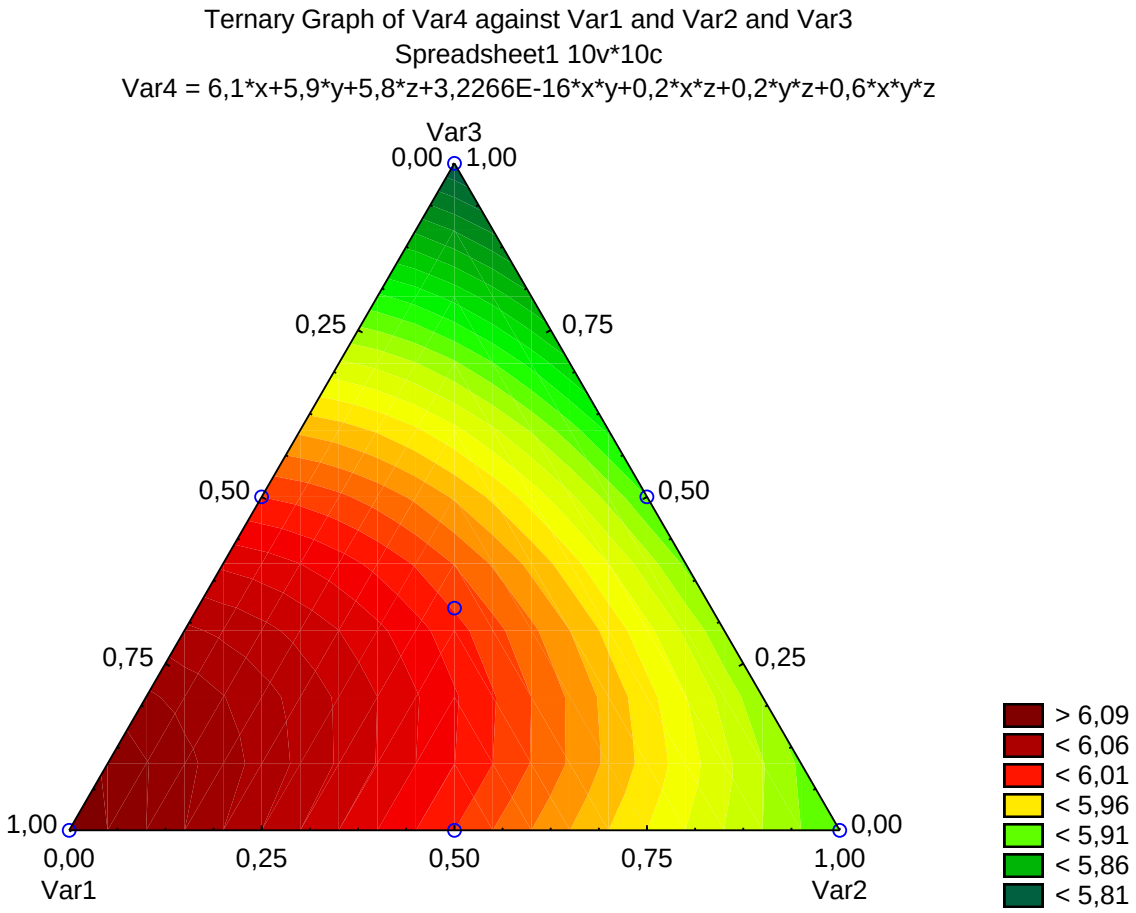


**Рисунок 3.1**- Графічна інтерпретація для водневого показника pH

За допомогою графічної інтепретації *Simplex-методом* визначення залежності pH від вмісту екстракту перцю і гідролатів евкаліпту та чайного дерева встановлено, що збільшення кількості екстракту перцю трохи підвищує показники pH отриманого шампуню.

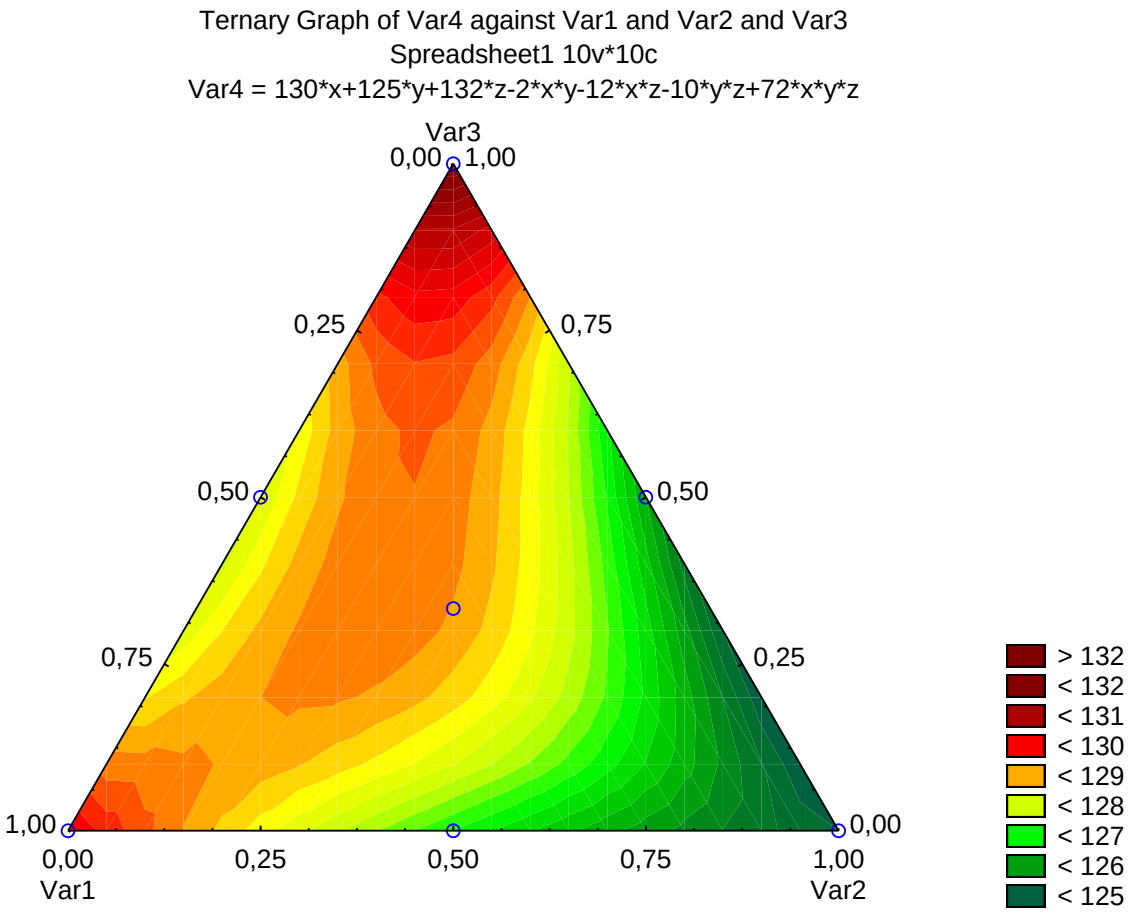


**Рисунок 3.2** - Графічна інтерпретація для піноутворюючої здатності

З графіку видно, що введення гідролату евкаліпту знижує піноутворюючу здатність розроблених шампунів, тому рекомендований вміст даного компоненту слід обмежити 3 %.

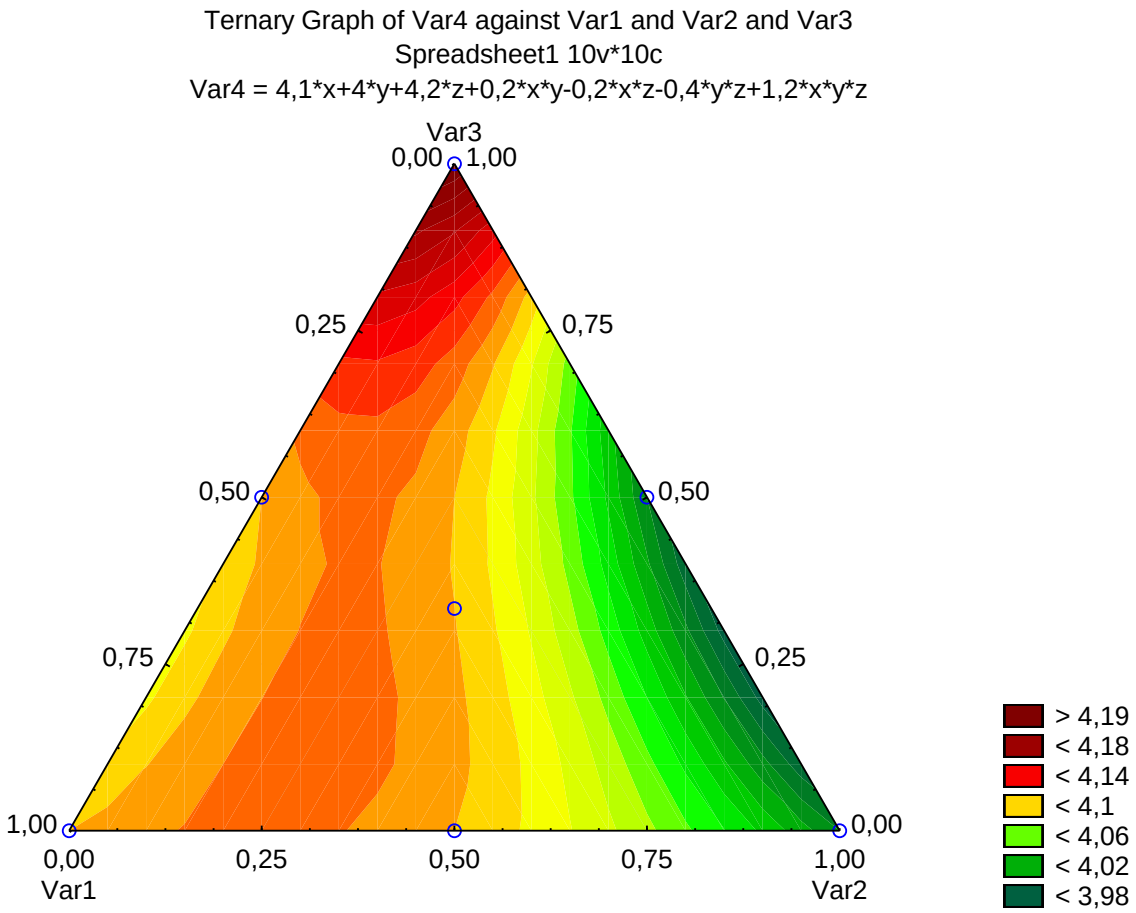


**Рисунок 3.3** - Графічна інтерпретація для кратності піни

Встановлено, що показник кратності піни збільшується при введенні гідролату чайного дерева більше 4%, що також спостерігається при вмісті екстракту перцю від 2,8 до 4 %. В свою чергу, введення гідролату евкаліпту більше 2% цей показник зменшує.

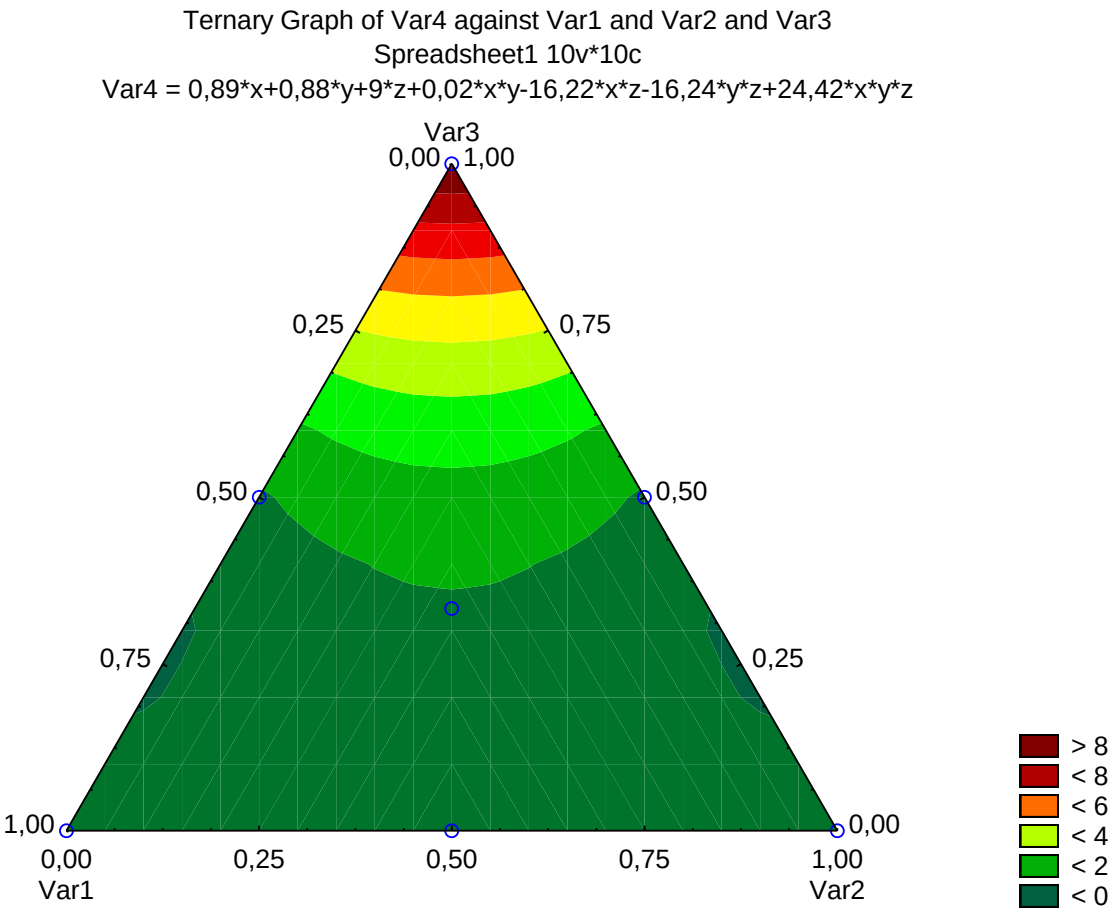


**Рисунок 3.4** - Графічна інтерпретація для стійкості піни

Виходячи з даного графіку досліджень, компоненти мають незначний вплив на показник стійкості піни, але варто відзначити, що введення гідролату чайного дерева трохи збільшує стійкість піни.

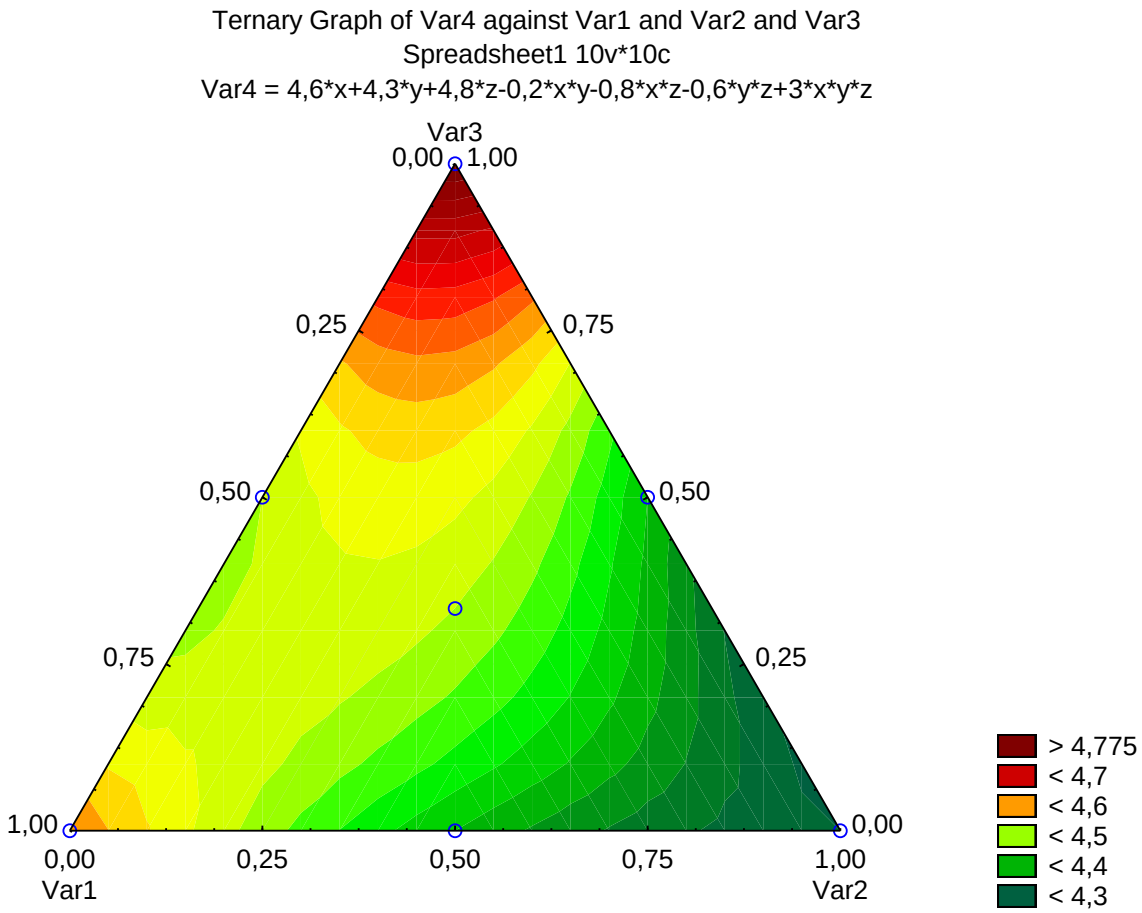


**Рисунок 3.5** - Графічна інтерпретація для часу життя піни

Виходячи з даного графіку, встановлено, що вміст гідролату евкаліпту знижує показники тривалості життя піни, тому не рекомендується вводити даний компонент в кількості більше 1%.

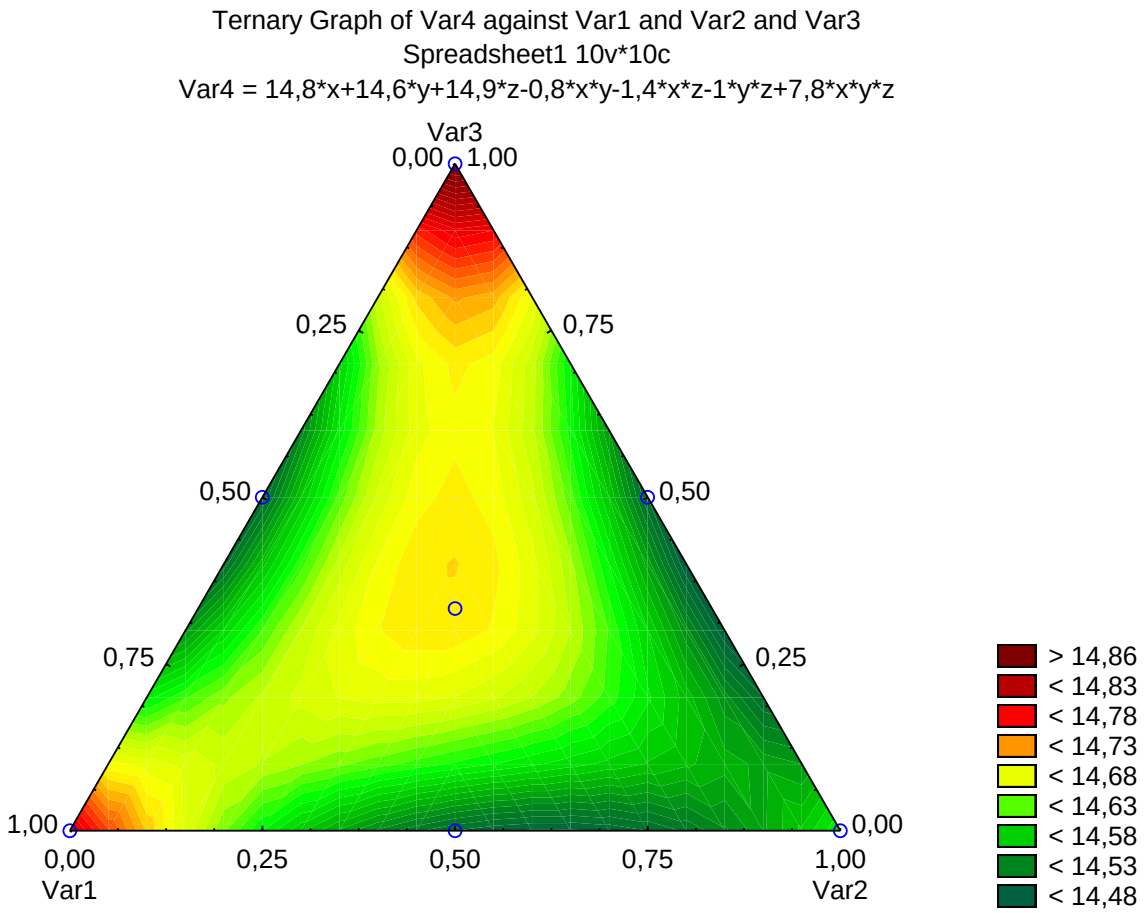


**Рисунок 3.6** - Графічна інтерпретація для вмісту сухої речовини

З графіку, зображеного на *рисунку 3.6* можна зробити висновок, що вміст сухих речовин знижується при використанні гідролату евкаліпту в кількості більше 2%.

Проаналізувавши всі залежності, можна зробити загальний висновок, що оптимальним вмістом компонентів для даного інноваційного шампуню буде наступний: екстракт перцю 3-5%, гідролат чайного дерева 3-5%, гідролат евкаліпту до 1,5%.

*3.3 Розробка рецептури шампуню з екстрактом червоного перцю чилі з урахуванням математичної моделі*

Нами було розроблено попередню рецептуру шампуню з екстрактом червоного перцю чилі (*таблиця 3.3*).

**Таблиця 3.3** - Запропонована рецептура шампуню з екстрактом червоного перцю чилі

| Фаза | Компонент | Масова частка, % |
|---|---|---|
| A | Коко-глюкозид | 24,5 |
| | Кокосульфат натрію (30%) | 13,5 |
| B | Вода дистильована | 37,3 |
| | Гліцерин | 4,3 |
| | Гуарова камедь (порошок) | 0,4 |
| C | Екстракт червоного перцю (спиртовий) | 3,0 |
| | Гідролізат кератину | 2,0 |
| | Гідролат лаванди | 2,0 |
| | Екстракт кропиви | 2,0 |
| | Гідролізат протеїнів шовку | 2,0 |
| | Гідролат чайного дерева | 1,5 |
| | Гідролат евкаліпта | 2,5 |
| | Зволожуючий комплекс NMF | 2,0 |
| D | Консервант (Cosgard) | 1,5 |
| | Запашка (ароматизатор) | 1,5 |
| | РАЗОМ | 100% |

Наступним кроком було з’ясувати, яким чином теоретично можна покращити дану рецептуру. Для цього було використано математичну модель, за допомогою якої визначено оптимальний вміст компонентів інноваційного шампуню. Згідно з отриманими даними, найкращими виявилися такі співвідношення: екстракт червоного перцю чилі – **3–5%**, гідролат чайного дерева – **3–5%**, гідролат евкаліпту – **до 1,5%**.

Відповідно, наступним завданням у ході даної практики стало уточнення оптимальної рецептури дослідним шляхом. Для цього було приготовано чотири зразки шампуню (*рис. 3.7*), у яких концентрація гідролату евкаліпту залишалася сталою (**1,5%**), тоді як відсотковий вміст екстракту червоного перцю чилі та гідролату чайного дерева варіювався згідно з даними *таблиці 3.4*. Додатково було зроблено контрольний зразок без екстракту перцю.

**Рисунок 3.7** - Приготовані зразки шампуню

**Таблиця 3.2** - Варіанти підбору оптимального відсоткового вмісту компонентів

| № | Екстракт червоного перцю чилі, % | Екстракт гідролату чайного дерева, % |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 5 |
| 3 | 5 | 3 |
| 4 | 5 | 5 |
| 5 | 0 | 5 |

Для кожного зразка було проведено визначення водневого показника (pH), піноутворюючої здатності, а також органолептичний аналіз (окрім контрольного зразка без екстракту перцю). Отримані експериментальні дані наведено у *таблиці 3.3*.

**Таблиця 3.3 -** Експериментальні дані

| № | pH | Піноутворююча здатність, мм |
|---|---|---|
| 1 | 5,9 | 126 |
| 2 | 6,0 | 128 |
| 3 | 5,9 | 125 |
| 4 | 5,9 | 124 |
| 5 | 5,8 | 129 |

Як видно з таблиці, експериментальні показники практично не відрізняються між собою, що свідчить про стабільність фізико-хімічних властивостей у межах досліджуваних концентрацій. З огляду на це, найбільш інформативним для подальшого відбору став органолептичний аналіз.

У дослідженні взяли участь троє добровольців, включно з автором звіту, які протягом двох тижнів мили волосся лише експериментальними шампунями (по два рази на тиждень). У перший тиждень використовувалися зразки №1 та №2, а у другий – №3 та №4.

Результати показали, що рівень очищення та піноутворення залишався високим і практично не відрізнявся між зразками. Проте двоє з трьох учасників відзначили сухість шкіри голови та волосся після використання шампунів другого тижня. Це, ймовірно, зумовлено вищим вмістом екстракту червоного перцю, який є спиртовим розчином і може проявляти підсушувальну дію, особливо у поєднанні з гідролатом чайного дерева.

Виходячи з цього, зразки №3 та №4 було виключено з подальших досліджень. З урахуванням незначно нижчого pH та задовільної піноутворюючої здатності, зразок №1 було визнано оптимальним. Отже, для подальшого використання у рецептурі рекомендовано вміст 3% екстракту червоного перцю чилі та 3% гідролату чайного дерева.

*3.4 Розробка рецептури двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі*

Як відомо, ефективний догляд за волоссям та шкірою голови має бути комплексним. Використання інноваційного шампуню є важливим етапом цього процесу, адже він може покращити стан волосся, стимулювати його ріст і навіть чинити легку протилупну дію. Однак для посилення та закріплення результатів необхідно застосовувати додаткові засоби догляду, зокрема ті, що можуть використовуватись щоденно.

З цією метою була розроблена рецептура двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі (*таблиця 3.4*) та рідким кератином, який призначений для щоденного використання. Цей засіб можна вважати інноваційним, оскільки на відміну від шампунів чи масок, він не потребує змивання і забезпечує постійний догляд та захист волосся від негативного впливу навколишнього середовища (забруднення повітря, УФ-випромінювання, термічного навантаження тощо).

Вибір саме двофазної форми обумовлений тим, що водна і масляна фази не змішуються між собою без додаткових допоміжних речовин - емульгаторів або солюбілізаторів. Одним із найефективніших солюбілізаторів для легких олій і віддушок є PEG-40 Hydrogenated Castor Oil (гідрогенізована касторова олія). Цей компонент є безпечним для використання, однак має низку недоліків. По-перше, його наявність у складі унеможливлює отримання сертифікату натуральності (COSMOS, ECOCERT). По-друге, у деяких користувачів PEG-40 може викликати подразнення або алергічну реакцію, що особливо небажано при пошкодженому волоссі або чутливій шкірі голови.

Саме тому було ухвалено рішення створити двофазний спрей (*рис. 3.8*), який не потребує використання PEG-40, зберігаючи при цьому високу стабільність і ефективність. Повністю від солюбілізаторів при цьому не відмовилися - застосовано Полісорбат-80 у мінімальній концентрації. Це дозволило частково зменшити розшарування фаз і забезпечити короткочасну однорідність розчину після струшування. Такий підхід забезпечує більш рівномірне нанесення засобу на волосся та шкіру голови.

**Таблиця 3.4 -** Рецептура двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі

| Інгредієнти | Відсоток введення | Фаза |
|---|---|---|
| Каприл/Каприлік тригліцериди | 2 | A |
| Коко каприлат | 1 | |
| Вітамін Е | 1 | |
| $CO_2$ екстракт зародків пшениці | 1 | |
| $CO_2$ екстракт перцю чилі | 0,3 | |
| $CO_2$ екстракт імбиру | 0,5 | |
| Полісорбат 80 | 1,5 | |
| Вода (дист) | 53 | B |
| Ніацинамід | 3 | |
| Пантенол | 2 | |
| Рідкий кератин (Sepicap MP)* | 2 | |
| Гідролат берези | 25 | |
| Гідролізат протеїнів шовку | 5 | |
| Віддушка | 0,2 | C |
| Консервант | 1 | |
| Молочна кислота | 1,5 | |
| **РАЗОМ** | **100** | |

*Натрію кокоїлу амінокислоти, диметикон калію, ПЕГ-7 Пантенилфосфат

**Рисунок 3.8 –** Двофазний спрей

*3.5 Розробка рецептури маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі*

Заключним етапом розробки лінії засобів по догляду за волоссям стала маска-бальзам з екстрактом червоного перцю чилі. Продукт отримав подвійну назву, оскільки поєднує властивості як маски, так і бальзаму. Завдяки використанню ламелярної емульсії, текстура засобу є ніжною, легкою і добре розподіляється по волоссю, не обтяжуючи його.

Рецептура маски-бальзаму наведена у *таблиці 3.5*, а зовнішній вигляд зразка показано на *рис. 3.9*.

**Таблиця 3.5 -** Рецептура маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі

| Інгредієнти | Відсоток введення | Фаза |
|---|---|---|
| Масляний екстракт білої лілії | 12 | A |
| Каприл/каприлік тригліцериди | 2 | |
| Коко каприлат | 1 | |
| Вода (дист) | 53,5 | B |
| Ніацинамід | 3 | |
| Aristoflex AVC* | 1,5 | |
| Трегалоза | 3 | |
| $CO_2$ Екстракт арніки | 0,5 | C |
| $CO_2$ Екстракт імбиру | 0,5 | |
| Екстракт кропиви (водно-гліцериновий) | 5 | |
| Ефірна олія шавлії | 0,5 | |
| Екстракт бузку (водно-гліцериновий) | 5 | |
| Екстракт календули | 5 | |
| Екстракт черемхи (водно-гліцериновий) | 5 | |
| $CO_2$ екстракт червоного перцю чилі | 0,5 | |
| Вітамін Е | 0,5 | |
| Консервант | 1 | D |
| Молочна кислота | 0,5 | |
| **РАЗОМ** | **100** | |

*кополімер акриламідометилпропансульфонової кислоти та вінілпірролідону

**Рисунок 3.9 -** Фото маски-бальзаму

*3.6 Органолептичний аналіз двофазного спрею та маски-бальзаму, а також загальний ефект від косметичних засобів для волосся та шкіри голови*

Органолептичний аналіз для шампуню з екстрактом перцю чилі був описаний вище, коли згідно з результатів математичної моделі формувався оптимальний склад косметичного засобу. Надалі при описі ефектів від лінійки косметичних засобів зазначимо, шо використовувалася покращена версія шампуню, описана у *розділі 3.3*.

Окремо було проведено органолептичні аналізи для інших продуктів з косметичної лінійки: двофазного спрею та маски-бальзаму для того, щоб оцінити їх вплив на шкіру та волосся, сенсорні показники і визначити оптимальний відсоток вводу екстракту червоного перцю чилі. Також окремо було проведено дослідження, які ефекти спостерігаються при використанні всіх продуктів по догляду за волоссям.

В експерименті взяли участь 5 добровольців: 4 жінки та 1 чоловік (29-55 років), у яких не було серйозних дерматологічних захворювань шкіри голови, а також алергічних реакцій на відомі інгредієнти формул, і які виконували всі умови експерименту. Перед початком застосовувалися стандартні **тести** для оцінки місцевої переносимості (48-годинний контакт).

Дослідження тривало 4 тижні. Схема використання була наступною:

Шампунь: 1-2 рази на тиждень, двофазний спрей: 1 раз на день перед виходом на вулицю або зранку, маска-бальзам: 1 раз на тиждень після миття шампунем, втирати у корні волосся, тримати 15-20 хвилин, після чого добре змити великою кількістю теплої води.

Для визначення оптимальної дози екстракту перцю у косметичних засобах використовувалася наступна схема. Було куплено три різних екстракти перцю у київському магазині «CitySoap» та в одеському магазині «Beurre». Для двох екстрактів відсоток капсаїцину складає 7%, а для третього – 10% (стандартизований, отриманий екстракцією гексаном при наступному випарюванні розчинника). Спочатку були приготовані три двофазних спреї та три маски-бальзами з концентрацією 0,1% різних екстрактів перцю чилі. Поступово концентрація збільшувалася (з кроком 0,1%) поки не відмічався дискомфорт у вигляді неприємного печіння та іншого подразнення.

Для органолептичного аналізу використовували стандартизовану анкету і шкалу оцінок 1–5 з кроком 0,5 (1 - дуже погано/сильний недолік; 5 - відмінно/позитивно). Оцінювалися такі параметри:

1. Зовнішній вигляд (колір, однорідність)
2. Аромат (інтенсивність, приємність)
3. Розпилення / диспергування (для спрею) - рівномірність розпилювача, розмір аерозольних крапель
4. Легкість нанесення / розподілення (для маски-бальзаму)
5. Відчуття на шкірі голови та волоссі після застосування - липкість, жирність, відчуття тепла/поколювання, захисна плівка

6. Швидкість вбирання / час висихання (для спрею)
7. Розчісуваність після застосування
8. Суб’єктивна оцінка блиску і слухняності волосся
9. Побічні реакції

У першу чергу було перевірено, як саме відрізняються екстракти перцю чилі за відчуттями під час використання. Було з’ясовано, що при додаванні мінімальної концентрації (0,1%) наявність будь-якого з екстрактів майже не відчувалася. При збільшенні до 0,2% (стандартизований екстракт) у двофазному спреї та масці-бальзамі один із добровольців відзначив легке поколювання та відчуття тепла, тоді як інші учасники експерименту не виявили подібних ефектів. Аналогічні результати спостерігалися і для екстракту, придбаного в магазині «SoapCity». Натомість звичайний екстракт із магазину «Beurre» не викликав жодних відчуттів тепла чи поколювання навіть у такій самій концентрації.

При підвищенні концентрації до 0,3% один із добровольців повідомив про відчутне тепло від стандартизованого екстракту і дещо слабше - від екстракту з «SoapCity». Концентрації 0,4–0,5% спричиняли дуже сильне відчуття жару в одного з учасників (особливо в ділянці за вухом), тоді як решта чотирьох відмічали лише приємне тепло та поколювання, які зникали протягом 15–20 хвилин.

Цікавим є той факт, що звичайний екстракт від «Beurre» не викликав жодних відчуттів навіть при концентрації 1%. На своєму сайті виробник зазначає, що застосовує технологію отримання «непекучого» екстракту, тож, найімовірніше, вміст капсаїцину в ньому нижчий за заявлені 7%. Водночас інші активні речовини залишаються у складі, тому ефективність такого інгредієнта не знижується. Зазначені концентраційні межі є актуальними як для двофазного спрею, так і для маски-бальзаму.

Варто також зауважити, що лише в одного добровольця екстракти спричинили надмірне відчуття тепла. У ході експерименту було встановлено, що цей учасник регулярно користувався сульфатними шампунями через часті

відвідування басейну. Це могло призвести до порушення ліпідного шару шкіри голови, що, своєю чергою, підвищує проникність активних речовин і посилює їх дію. Подібна реакція можлива і за наявності мікропошкоджень на шкірі.

Отже, хоча для більшості випадків можливе використання вищих концентрацій, для створення універсального продукту необхідно враховувати всі можливі реакції. Як висновок, у масці-бальзамі доцільно застосовувати максимально 0,3% звичайного екстракту перцю чилі (із заявленим вмістом капсаїцину 7%). Якщо використовується інгредієнт від «Beurre», допустимо підвищити концентрацію до 0,5% (як описано у *розділі 3.5*).

Щодо двофазного спрею, з огляду на отримані результати, оптимальною є концентрація 0,2%, оскільки це незмивний косметичний засіб. Для екстракту від «Beurre» допустимим є також рівень 0,3%, відповідно до опису в *розділі 3.4*.

Що стосується сенсорних показників, то середні оцінки для двофазного спрею наведені у *таблиці 3.6,* а для маски-бальзаму – у *таблиці 3.7*. *На рис. 3.10 та 3.12* зображено профілограми, які враховують кожну оцінку для двофазного спрею та маски-бальзаму, відповідно, а на *рис. 3.11 та 3.13* узагальнені профілограми сенсорних показників для двофазного спрею та маски-бальзаму, відповідно.

**Таблиця 3.6 -** Узагальнені оцінки сенсорних показників двофазного спрею

| Продукт | Показник | Оцінка | Спостереження |
|---|---|---|---|
| Двофазний спрей | Зовнішній вигляд та однорідність | 4,9 | Красива молочна емульсія з жовтим масляним верхом, однорідна при струшуванні |
| | Розпилення | 5,0 | Ідеальне |
| | Аромат | 4,8 | Приємний |
| | Відчуття на шкірі | 4,9 | Освіжаюче, легке, тонізуюче |
| | Швидкість висихання | 5,0 | Висока |
| | Розчісуваність і слухняність волосся | 5,0 | Дуже висока |

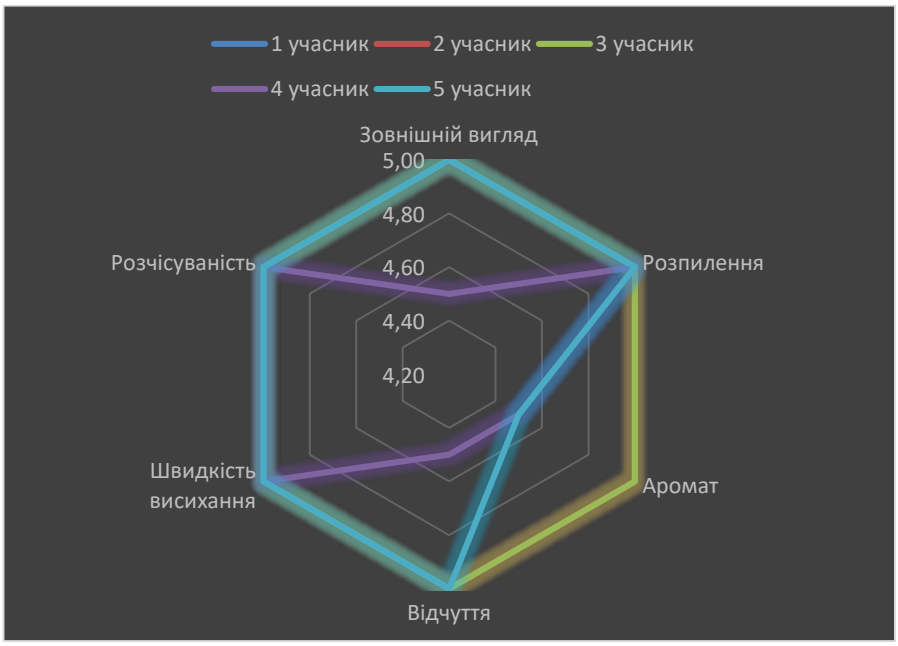


**Рисунок 3.10 –** Профілограма для двофазного спрею

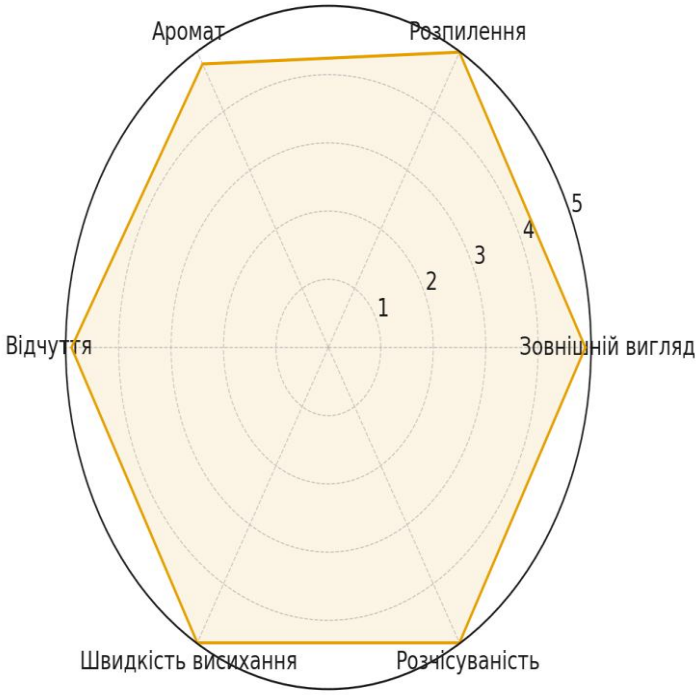


**Рисунок 3.11 –** Узагальнена профілограма для двофазного спрею

**Таблиця 3.7 -** Узагальнені оцінки сенсорних показників маски-бальзаму

| **Продукт** | **Показник** | **Оцінка** | **Ефект** |
|---|---|---|---|
| Маска-бальзам | Консистенція та розподілення | 4,9 | Легка ламелярна емульсія, легко наноситься та розподіляється |
| | Аромат | 4,7 | Приємний, пряний |
| | Відчуття на шкірі | 4,9 | Приємне, тонізуюче |
| | Розчісуваність і слухняність волосся | 5,0 | Дуже висока |

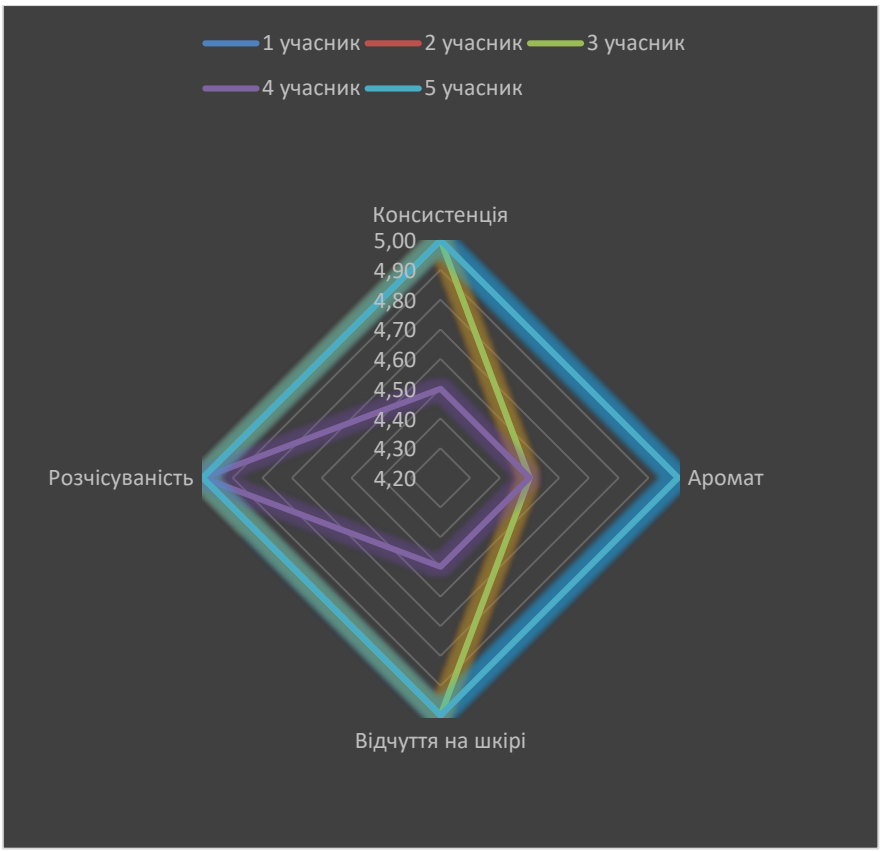


**Рисунок 3.12 –** Профілограма для маски-бальзама

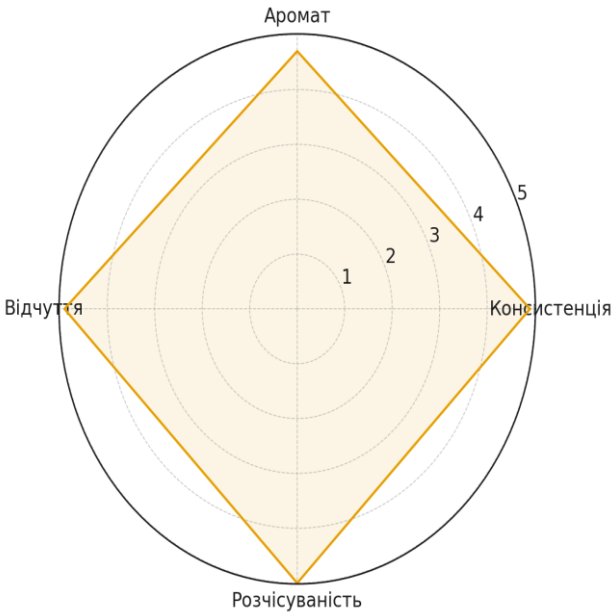


**Рисунок 3.13 –** Узагальнена профілограма для маски-бальзаму

Для двофазного спрею додатково було встановлено, що наносити на волосся його потрібно з дистанції близько 20 см, а не розпилювати в безпосередній близькості від голови, оскільки це може викликати відчуття жирності на волоссі та сильну плівку (хоча формування легкої захисної плівки є нормальним ефектом дії рідкого кератину).

За підсумками 4-тижневого періоду спостережень усі п’ятеро учасників відзначили загальне покращення стану волосся: воно стало м’якішим, більш слухняним, з’явився природний блиск, покращилася розчісуваність, а ламкість помітно зменшилася. Крім того, усі учасники експерименту повідомили про зниження інтенсивності випадіння волосся. Двоє з п’яти добровольців також зазначили, що спостерігали прискорення росту волосся, а один учасник - зменшення кількості лупи.

Водночас застосування даного комплексу засобів для догляду за волоссям може супроводжуватися незначними побічними реакціями. У людей, які раніше не користувалися натуральною косметикою, протягом перших 1–2 тижнів можливий легкий свербіж шкіри голови, який зазвичай минає після кількох тижнів регулярного використання засобів. Відзначено також, що нанесення двофазного спрею допомагає швидко усунути ці тимчасові неприємні відчуття.

# РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## *4.1 Опис принципової схеми виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю чилі*

На *рис. 4.1* зображено принципову схему виробництва інноваційного шампуню з екстрактом червоного перцю чилі. На першому етапі виробництва відбувається безпосереднє зважування 1 фази (тобто миючої бази ПАР), роль якої виконують кокосульфат натрію і коко-глюкозид. Далі відбувається змішування першої фази при нагріванні до температури 50°С протягом 20-30 хвилин при обертах мішалки 40-60 об/хв. Наступним процесом є зважування другої фази, у яку входить холодна вода, гліцерин та гуарова камедь. Потім відбувається змішування компонентів другої фази при нагріванні до температури 50°С протягом 20-30 хвилин при обертах мішалки 80-100 об/хв. Після чого перша та друга фази змішуються між собою при нагріванні до температури 50°С протягом 35-40 хвилин при обертах мішалки 40-60 об/хв. Потім гелеподібний розчин охолоджують до температури 30-35°С і додають консервант. Після того, як консервант був доданий, наступним кроком є додавання активів до охолодженого розчину: екстракт червоного перцю-чилі, кератину протеїнів гідролізат, гідролат лаванди, екстракт кропиви, шовку гідролат протеїнів, гідролат чайного дерева, гідролат евкаліпта, NMF та запашну речовину. Наступною стадією є регуляція pH, яка відбувається за допомогою контрольованого додавання молочної кислоти до pH 6-6,5. Після чого отриманий шампунь відстоюється 10-12 годин, щоб піна рівномірно розподілилася по всьому об’єму продукту. Після всіх цих процесів, останнім етапом є фасування шампуню.

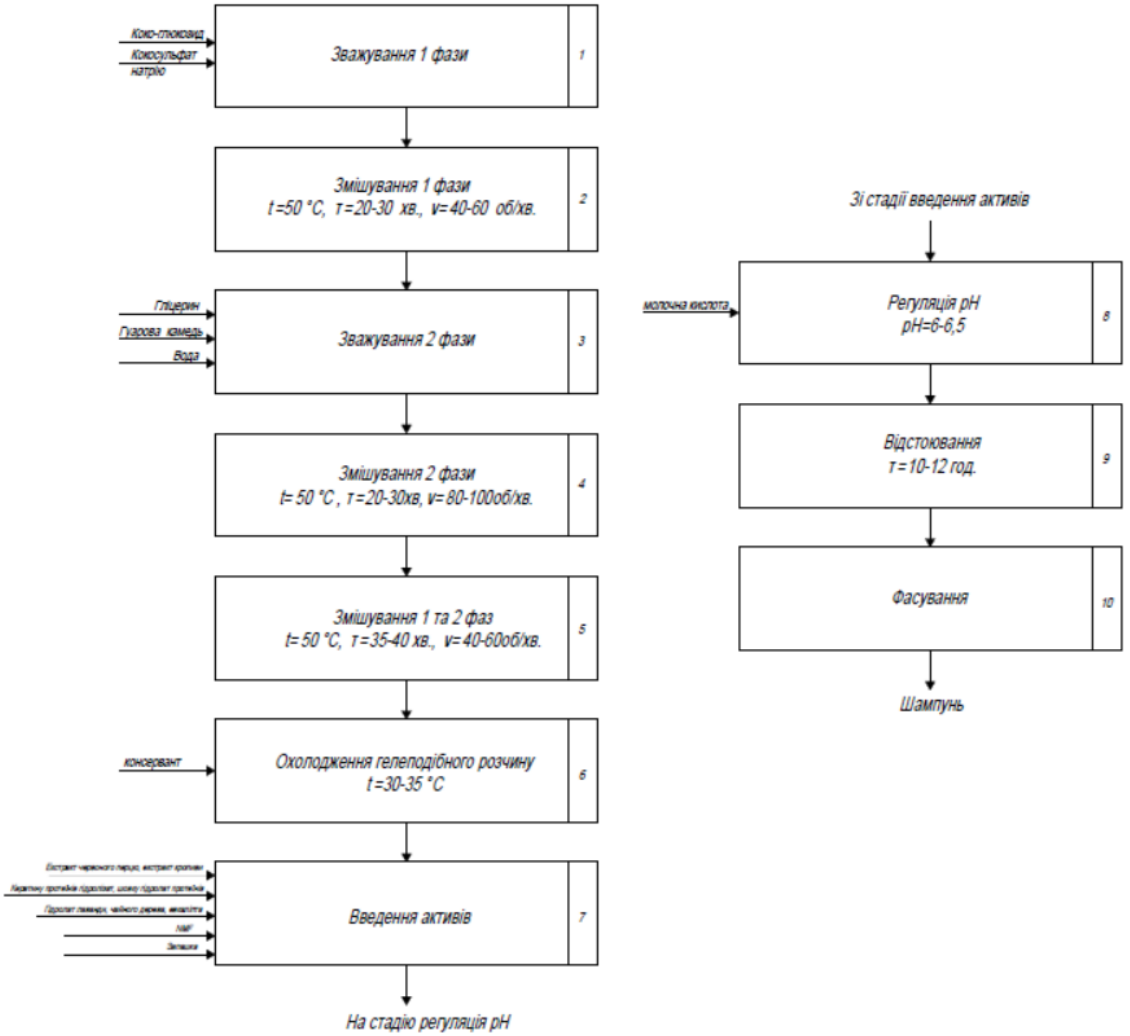


**Рисунок 4.1** – Принципова схема виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю-чилі

*4.2 Розрахунок матеріального балансу виробництва*

Добова продуктивність: 100 кг. При виробництві можуть виникати наступні втрати:

- Технологічні (на фільтрацію, перекачування, змивання): 2%

- Випаровування вологи (на стадії нагрівання, гомогенізації): 0,5%

Фактичний вихід готового продукту**:** 97,5 кг.

Нижче буде наведено розрахунок на 100 кг шампуню до втрат. *У таблиці 4.1* зображено кількість компонентів на 100 кг шампуню з врахуванням густини.

**Таблиця 4.1**- Кількість компонентів на 100 кг шампуню

| **Компонент** | **Масова частка, %** | **Кількість, кг** | **Густина (г/см³)** | **Об'єм, л, (орієнт.)** |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Коко-глюкозид | 24,5 | 24,5 | 1,08 | 22,69 |
| Кокосульфат натрію (30%) | 13,5 | 13,5 | 1,02 | 13,24 |
| Вода дистильована | 37,3 | 37,3 | 1,00 | 37,30 |
| Гліцерин | 4,3 | 4,3 | 1,26 | 3,41 |
| Гуарова камедь (порошок) | 0,4 | 0,4 | - | - |
| Екстракт червоного перцю (спиртовий) | 3,0 | 3,0 | 0,95 | 3,16 |

*Продовження таблиці 4.1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Гідролізат кератину | 2,0 | 2,0 | 1,05 | 1,90 |
| Гідролат лаванди | 2,0 | 2,0 | 0,99 | 2,02 |
| Екстракт кропиви | 2,0 | 2,0 | 0,98 | 2,04 |
| Гідролізат протеїнів шовку | 2,0 | 2,0 | 1,02 | 1,96 |
| Гідролат чайного дерева | 1,5 | 1,5 | 0,97 | 1,55 |
| Гідролат евкаліпта | 2,5 | 2,5 | 0,97 | 2,58 |
| Зволожуючий комплекс NMF | 2,0 | 2,0 | 1,10 | 1,82 |
| Консервант (Cosgard) | 1,5 | 1,5 | 1,05 | 1,43 |
| Запашка (ароматизатор) | 1,5 | 1,5 | 0,95 | 1,58 |
| **РАЗОМ** | **100%** | **100,0** | | **96,68 л** |

У *таблиці 4.2* наведено види втрат і їх кількість.

**Таблиця 4.2** - Види втрат та їх кількість

| **Види втрат** | **% від маси** | **Кількість, кг** |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Технологічні (фільтрація, осади) | 2,0 | 2,00 |
| Випаровування | 0,5 | 0,50 |
| **Разом втрат** | **2,5** | **2,50** |
| **Фактичний вихід продукту** | – | **97,5 кг** |

Враховуючи річну програму виробництва для зручності було взято 250 робочих днів (враховуючи, що завод може не працювати у вихідні та святкові дні).

Всього сировини: 100 кг × 250 = 25 000 кг

Готового продукту (з урахуванням втрат): 97,5 кг × 250 = 24 375 кг/рік

*4.3 Підбір обладнання*

Процес виробництва шампуню є багатоступеневим і потребує ретельного підбору обладнання для забезпечення технологічної точності, однорідності суміші, гігієнічності виробництва та збереження властивостей активних інгредієнтів, зокрема екстракту червоного перцю. Підбір устаткування проводився з урахуванням обсягів виробництва, специфіки рецептури та сучасних вимог GMP (Good Manufacturing Practice).

Згідно з принципами GMP, усе обладнання повинно виготовлятися зі стійких до корозії матеріалів (в основному це нержавіюча сталь AISI 304 або 316L), які не взаємодіють з компонентами виробництва та не забруднюють продукт домішками. Також згідно стандартів GMP, змішувальні реактори повинні бути такими, які би гарантували належний гігієнічний стан та унеможливлювали мікробну контамінацію. Також згідно вимог GMP, ваги, дозатори тощо повинні регулярно калібруватися і також має вестися журнал калібрувань. Окрім того, гомогенізатори повинні мати таку конструкцію, яка би полегшувала очищення, а їх лопаті й робочі камери повинні бути візуально доступними для інспекції після санітарної обробки. У межах GMP для кожного обладнання створюється паспорт технічного обслуговування, де фіксуються дати очищення, ремонту, заміни ущільнювачів, результати перевірок, а також підпис відповідальної особи.У *таблиці 4.3* зображено обладнання, яке повинне використовуватися у процесі.

**Таблиця 4.3 -** Основне технологічне обладнання

| № | Найменування обладнання | Функціональне призначення | Основні характеристики |
|---|---|---|---|
| 1 | **Реактор для змішування (емульгатор)** | Змішування водної та мийної фаз з контролем температури | Об’єм: 30–100 л, мішалка з регулюванням обертів |
| 2 | **Термостатований бак для нагріву ПАР** | Підігрів і стабілізація фази А (коко-глюкозид, кокосульфат) | Температура: до 80°С, нержавіюча сталь |
| 3 | **Мішалка з лопатевим або якірним перемішувачем** | Однорідне перемішування фаз і в’язких систем | Регульована швидкість, привід із захистом перегріву |
| 4 | **Фільтр грубого очищення** | Вилучення механічних домішок із води та суміші | Сітчастий або тканинний фільтр |
| 5 | **Ультразвукова ванна або екстрактор** | Прискорена екстракція екстракту червоного перцю | Частота: 35–40 кГц, об’єм 1–3 л |
| 6 | **Дозатор для фасування** | Дозоване наповнення флаконів | Напівавтоматичний, точність ±1% |
| 7 | **Укупорювальна машина** | Герметичне закривання тари | Сумісна з пластиковими кришками різьбового типу |
| 8 | **Етикетувальна машина** | Нанесення етикетки на готову продукцію | Продуктивність: до 1000 шт./год |
| 9 | **Контрольна лабораторна** | Вимірювання pH, в’язкості, густини | pH-метр, віскозиметр, ареометр |

Також буде потрібне наступне лабораторне обладнання:

- pH-метр – для визначення кислотно-лужного балансу;

- Віскозиметр (типу Брукфільда) – контроль однорідності та густини шампуню;
- Термометр інфрачервоний – для безконтактного контролю температури;
- Лабораторні ваги (0,001 г) – точне дозування активних компонентів.

Всі елементи, що контактують із продуктом, повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі AISI 316L, сумісної з косметичними продуктами. Обладнання має відповідати вимогам санітарної безпеки, бути легко розбірним і придатним до мийки. Для активних компонентів (екстракт перцю, ефірні олії) рекомендується застосовувати окремі модулі введення для запобігання втратам біоактивності.

Перед початком використання кожне технологічне обладнання проходить повну валідацію, для того, щоб виробництво шампуню було точним, коректним та відповідало всім технічним параметрам. Спочатку проводиться перевірка монтажу, правильності підключення, цілісності поверхонь, які контактують із продуктом, а також відповідності обладнання технічній документації. Далі тестуються функціональні характеристики у різних режимах роботи: стабільність температури, рівномірність перемішування, точність дозування, якість нагріву та охолодження, відсутність сторонніх вібрацій або якихось сторонніх шумів. Завершальним етапом є оцінка роботи обладнання на пробних партіях, яка дозволяє переконатися в однорідності суміші, повторюваності результатів, стабільності параметрів і відсутності небажаних домішок. Всі результати фіксуються у спеціальних протоколах, на основі яких далі обладнання допускають до експлуатації.

### *4.4 Опис апаратурно-технологічної схеми*

На *рис. 4.2* зображено апаратурно-технологічну схему виробництва інноваційного шампуню.

На вагах **1** зважують кокосульфат натрію і коко-глюкозид. За допомогою відцентрового насосу **2** суміш транспортується у реактор **3**, який підігрівається парою. Далі суміш за допомогою відцентрового насосу **4** перекачується у реактор **9**. На ваги **5** подається холодна вода, гліцерин та гуарова камедь. Компоненти зважуються, після чого за допомогою відцентрового насосу **6** вони переміщуються у реактор **7**, де суміш перемішується, а потім за допомогою відцентрового насосу **8** відкачується у реактор **9**, в якому вже знаходиться кокосульфат натрію і коко-глюкозид. Реактор підігрівають за допомогою пари, перемішують його вміст, а далі суміш транспортується за допомогою відцентрового насосу **10** у реактор **11**, у якому продовжується перемішування і відбувається охолодження за допомогою безперервної циркуляції холодної води. Після чого суміш відкачується відцентровим насосом **12** у реактор **13**, куди відразу додається консервант. Після цього процесу вона переміщується відцентровим насосом **14** у реактор **15**. Далі у цей реактор додають речовини-активи та запашку: екстракт червоного перцю-чилі, кератину протеїнів гідролізат, гідролат лаванди, екстракт кропиви, шовку гідролат протеїнів, гідролат чайного дерева, гідролат евкаліпта, NMF та запашну речовину. Після чого відцентровим насосом **16** шампунь відкачується у відстійник **17**, куди додають розраховану кількість молочної кислоти, щоб pH кінцевого продукту був у межах 6-6,5. З відстійника відцентровим насосом **18** шампунь поступає у дозатор **19**. Після чого відбувається перевірка pH, фасування, пакування та маркування і готовий продукт відправляється на склад.

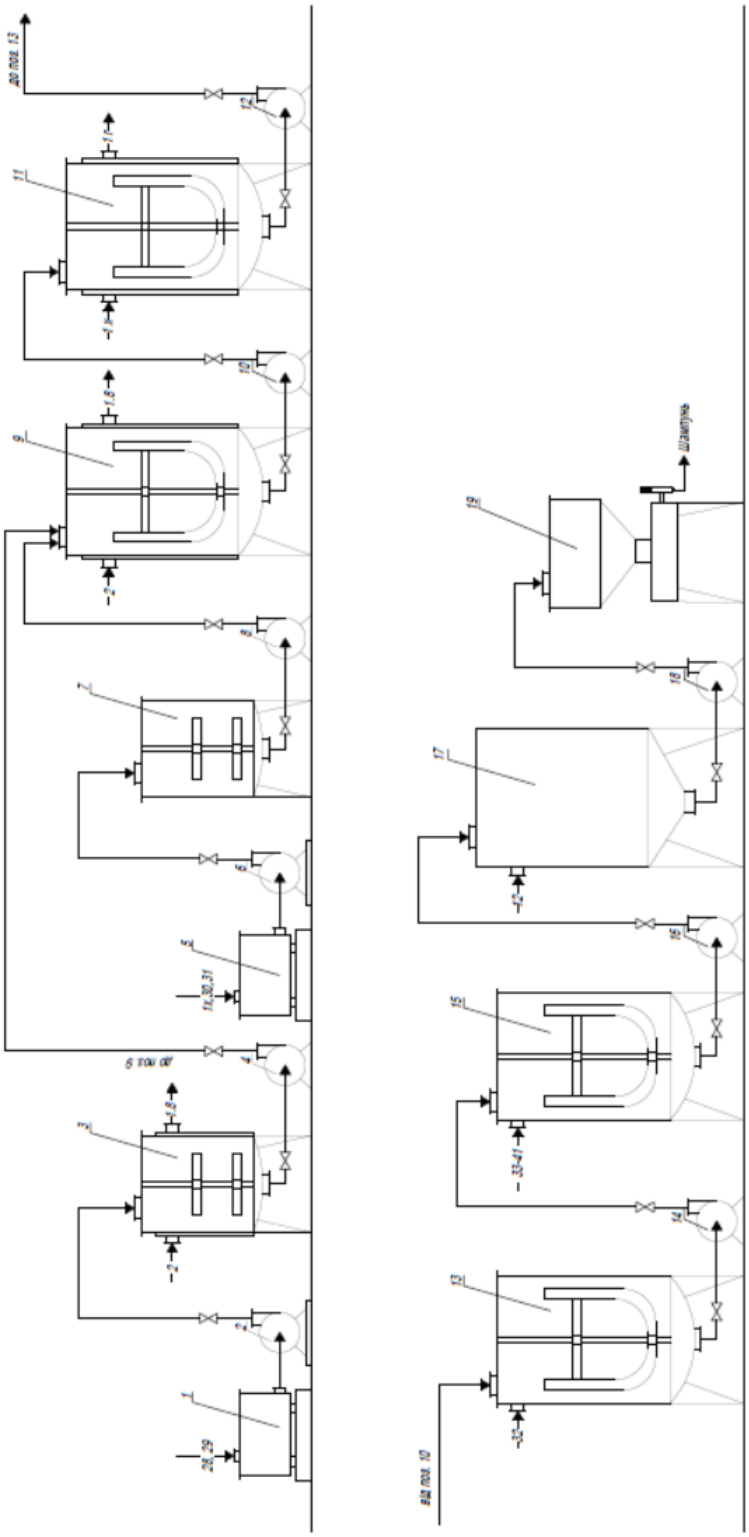

**Рисунок 2.8** - Апаратурно-технологічна схема

*4.5 Контроль якості готової продукції*

Контроль якості готового шампуню є важливою складовою всього технологічного процесу, що забезпечує відповідність продукту чинним вимогам безпеки, ефективності та стабільності. Згідно з міжнародними стандартами, контроль здійснюється за фізико-хімічними, мікробіологічними та органолептичними показниками (*Таблиця 4.4*).

**Таблиця 4.4 -** Основні показники контролю якості

| № | Показник | Метод контролю | Норма / Діапазон |
|---|---|---|---|
| 1 | **Зовнішній вигляд** | Візуальний | Однорідна гелева маса, без осаду |
| 2 | **Колір** | Візуальний | Від світло-бурштинового до бурого |
| 3 | **Запах** | Органолептичний | Характерний, приємний, без сторонніх запахів |
| 4 | **pH** | pH-метр | 5,5 – 6,5 |
| 5 | **В'язкість** | Віскозиметр | 3500–8000 мПа·с (при 25°C) |
| 6 | **Стабільність піни** | Тест піноутворення | Не менше 70% через 5 хв |
| 7 | **Кратність піни** | Циліндричний метод (ГОСТ) | Не менше 3–5 |
| 8 | **Піноутворююча здатність** | Пінаметр (ГОСТ або ISO 696) | Не менше 100 мм |
| 9 | **Вміст сухого залишку** | Випарювання/висушування | 10–25% |
| 10 | **Густина** | Ареометр / пікнометр | 1,01–1,06 г/см³ |
| 11 | **Мікробіологічна чистота** | Поживні середовища, ПЛР | Відповідає вимогам (≤100 КУО/г) |
| 12 | **Наявність важких металів** | AAC, ICP-MS | ≤ 10 ppm |
| 13 | **Стабільність при зберіганні** | Тест прискореного старіння | Без розшарування, зміни запаху |

Контроль якості продукції відбувається у три етапи. Спочатку відбувається контроль вхідної сировини на відповідність сертифікатам аналізу, а також перевіряються органолептичні характеристики та мікробіологічна безпека. На наступному етапі відбувається проміжний контроль (під час виготовлення), де контролюється pH та в'язкість після введення гелеутворювача, а також гомогенність. І на останньому етапі відбувається контроль готової продукції, де відбувається перевірка показників (*таблиця 4.4*), а також перевіряється фасування та маркування.

Готовий продукт повинен зберігатися у герметичних ємностях при температурі 5–25°C, захищених від прямих сонячних променів. Гарантійний термін придатності шампуню (за умови дотримання умов зберігання та достатнього консервування): 18–24 місяці.

*4.6 Токсикологічний профіль шампуню з екстрактом червоного перцю чилі*

Токсикологічний профіль інгредієнтів поданий у вигляді *таблиці 4.5*.

**Таблиця 4.5 -** Токсикологічний профіль інгредієнтів шампуню з екстрактом червоного перцю чилі

| **Компонент** | **CAS-номер** | **Функція** | **Потенційні токсикологічні властивості** |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Коко-глюкозид** | 141464-42-8 | Нейоногенний ПАР, м’який очищувач | Низька гостра токсичність ($LD_{50}$ > 5 000 мг/кг). Не подразнює шкіру та слизові. Не мутагенний, не канцерогенний (CIR). |
| **Кокосульфат натрію** | 68955-19-1 | Аніонний ПАР, піноутворювач | $LD_{50}$ (орально, щури) > 2 000 мг/кг. Може подразнювати шкіру й очі у високих концентраціях. Не мутагенний. |

*Продовження таблиці 4.5*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Вода дистильована** | 7732-18-5 | Розчинник | Безпечна, не токсична. |
| **Гліцерин** | 56-81-5 | Зволожувач | $LD_{50}$ (орально) 12 600 мг/кг. Безпечний, не подразнює, не сенсибілізує. |
| **Гуарова камедь** | 9000-30-0 | Загущувач, стабілізатор | Нетоксична, можливе подразнення слизових при вдиханні пилу в сухому вигляді. |
| **Екстракт червоного перцю чилі** | - | Стимулятор мікроциркуляції, тонізуючий компонент | Містить капсаїциноїди. Може викликати відчуття тепла або печіння на шкірі. У високих дозах подразнює слизові. Не мутагенний і не канцерогенний (SCCS/1611/19). Безпечний ≤0,3% для універсального застосування. |
| **Гідролізат кератину** | - | Відновлення структури волосся | Безпечний, не подразнює, не сенсибілізує. Може утворювати легку плівку. |
| **Гідролат лаванди** | - | Антисептик, аромат | Може містити ліналоол та гераніол - потенційні алергени. У концентрації 2% безпечний. |
| **Екстракт кропиви** | - | Тонізуючий, себорегулюючий агент | Безпечний у низьких дозах. Може спричинити легке подразнення при високій концентрації. |
| **Гідролізат протеїнів шовку** | - | Кондиціонуючий, зволожувальний агент | Нетоксичний, низький ризик алергії. |

*Продовження таблиці 4.5*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Гідролат чайного дерева** | - | Антисептичний агент | Може подразнювати шкіру у чутливих осіб. Не фототоксичний. |
| **Гідролат евкаліпту** | - | Освіжувальний, антимікробний агент | Може подразнювати шкіру при високій концентрації. Не токсичний. |
| **NMF** | - | Комплекс зволожувачів | Безпечний, фізіологічний компонент шкіри. |
| **«Cosgard» (Бензиловий спирт та дегідрооцтова кислота)** | 93891-10-0 | Консервант | Дозволений SCCS до 1,2%. Може спричинити легке подразнення очей. Не канцерогенний. |
| **Віддушка** | - | Ароматизатор | Може містити алергени (лімонен, ліналоол). Ризик сенсибілізації у чутливих осіб. |

Більшість компонентів мають низьку гостру токсичність ($LD_{50}$ > 2 000 – 5 000 мг/кг).

Основні потенційні ризики пов’язані з місцевим подразненням (екстракт перцю, ароматизатор, гідролати) та можливою алергічною реакцією у людей із чутливою шкірою.
Кумулятивна або системна токсичність не характерна для жодного з інгредієнтів, оскільки вони або погано проникають крізь шкіру, або швидко метаболізуються. Дані з баз CIR, SCCS та ECHA підтверджують відсутність мутагенних, канцерогенних та тератогенних властивостей компонентів у звичайних косметичних концентраціях.

*4.7 Токсикологічний профіль двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі*

Токсикологічний профіль інгредієнтів поданий у вигляді *таблиці 4.6*.

**Таблиця 4.6 -** Токсикологічний профіль інгредієнтів двофазного спрею з екстрактом червоного перцю чилі

| **Компонент** | **CAS-номер** | **Функція** | **Потенційні токсикологічні властивості** |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Каприл/Каприлік тригліцериди** | 73398-61-5 | Емолент, розчинник, кондиціонуючий агент | Нетоксичний; не подразнює шкіру та очі; не сенсибілізатор; $LD_{50}$ > 5000 мг/кг (орально, щури). |
| **Коко каприлат** | 85536-61-6 | Легкий емолент, замінник силіконів | Добре переноситься, некомедогенний; можливе легке подразнення слизових у чистому вигляді. |
| **Вітамін Е (Токоферол)** | 59-02-9 | Антиоксидант, стабілізатор жирної фази | Нетоксичний у косметичних дозах; при високих концентраціях може спричинити подразнення шкіри або очей. |
| **$CO_2$ екстракт зародків пшениці** | - | Живильний компонент, антиоксидант, пом’якшувач | Містить фітостероли та токофероли; можливі алергічні реакції у чутливих осіб до глютену/злаків. |

*Продовження таблиці 4.6*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **$CO_2$ екстракт червоного перцю чилі** | - | Актив, стимулятор мікроциркуляції | Містить капсаїциноїди. Може викликати відчуття тепла або печіння на шкірі. У високих дозах подразнює слизові. Не мутагенний і не канцерогенний (SCCS/1611/19). Безпечний ≤0,3% для універсального застосування |
| **$CO_2$ екстракт імбирю** | - | Тонізуючий, стимулюючий, ароматичний компонент | Може викликати легке подразнення; фототоксичність не відзначена; не сенсибілізатор. |
| **Полісорбат-80** | 9005-65-6 | Емульгатор, солюбілізатор | Низька токсичність, $LD_{50}$ (орально, щури) ≈ 25 000 мг/кг; можливе слабке подразнення очей. |
| **Дистильована вода** | 7732-18-5 | Розчинник | Нетоксична; не має подразнюючої дії. |
| **Ніацинамід** | 98-92-0 | Антиоксидант, протизапальний, себорегулюючий агент | Добре переноситься; >5% може спричинити тимчасове почервоніння |

*Продовження таблиці 4.6*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Пантенол** | 81-13-0 | Зволожуючий, заспокійливий, регенеруючий компонент | Нетоксичний; рідко викликає контактний дерматит; $LD_{50}$ > 10 000 мг/кг. |
| **Рідкий кератин (Sepicap MP)** | - | Кондиціонуючий агент, відновлення волосся | Безпечний; можливе індивідуальне подразнення білковими компонентами; не сенсибілізатор. |
| **Гідролат берези** | - | Тонізуючий, протизапальний, антиоксидантний водний дистилят | Нетоксичний; можливі поодинокі випадки алергії на фітоактиви берези. |
| **«Cosgard» (Бензиловий спирт та дегідрооцтова кислота)** | 93891-10-0 | Консервант | Дозволений SCCS до 1,2%. Може спричинити легке подразнення очей. Не канцерогенний. |
| **Віддушка** | - | Ароматизатор | Може містити алергени (лімонен, ліналоол). Ризик сенсибілізації у чутливих осіб. |

Виходячи з даної таблиці, можна також зробити висновок, що даний продукт є абсолютно безпечним до застосування.

*4.8 Токсикологічний профіль для маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі*

Токсикологічний профіль інгредієнтів поданий у вигляді *таблиці 4.7*.

**Таблиця 4.7 -** Токсикологічний профіль інгредієнтів маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі

| **Компонент** | **CAS-номер** | **Функція** | **Потенційні токсикологічні властивості** |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Lilium Candidum Flower Oil (масляний екстракт білої лілії)** | - | Емолент, живильний і пом'якшувальний компонент | Може містити ефірні сполуки; потенційна індивідуальна алергенність; фототоксичність не відзначена. |
| **Каприл/Каприлік тригліцериди** | 73398-61-5 | Емолент, розчинник, кондиціонуючий агент | Нетоксичний, не подразнює шкіру та очі; $LD_{50}$ > 5000 мг/кг (орально, щури). |
| **Коко каприлат** | 85536-61-6 | Легкий емолент, замінник силіконів | Добре переноситься; можливе слабке подразнення слизових у чистому вигляді. |
| **Дистильована вода** | 7732-18-5 | Розчинник | Нетоксична; не має подразнюючої дії. |
| **Ніацинамід** | 98-92-0 | Антиоксидант, себорегулюючий, протизапальний агент | Добре переноситься; >5% може спричинити тимчасове почервоніння. |

*Продовження таблиці 4.7*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Aristoflex AVC (Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer)** | 38193-60-1 | Загусник, стабілізатор емульсій | Низька токсичність; не подразнює шкіру та очі; $LD_{50}$ > 2000 мг/кг. |
| **Трегалоза** | 99-20-7 | Зволожувач, антиоксидант, стабілізатор білків | Нетоксична; $LD_{50}$ > 15 000 мг/кг (орально, щури). |
| **$CO_2$ екстракт арніки** | - | Протизапальний, стимулюючий мікроциркуляцію компонент | Може спричиняти алергічні реакції при чутливій шкірі; не рекомендується на ушкоджену шкіру у високих дозах. |
| **$CO_2$ екстракт імбирю** | - | Стимулюючий, тонізуючий, ароматичний агент | Може викликати легке подразнення; фототоксичність відсутня; не сенсибілізатор. |
| **Водно-гліцериновий екстракт кропиви** | - | Тонізуючий, зміцнюючий, себорегулюючий компонент | Безпечний; можливі поодинокі алергічні реакції при підвищеній чутливості. |

*Продовження таблиці 4.7*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **Ефірна олія шавлії** | - | Антисептичний, ароматичний компонент | Може спричиняти подразнення у чутливих осіб; містить туйон (<1%), контроль алергенів (лістинг IFRA). |
| **Водно-гліцериновий екстракт бузку** | - | Антиоксидант, ароматичний агент, протизапальний | Добре переноситься; не фототоксичний; можливі легкі алергічні реакції. |
| **Екстракт календули** | - | Заспокійливий, протизапальний компонент | Нетоксичний; можливі рідкісні випадки контактної алергії. |
| **Водно-гліцериновий екстракт черемхи)** | - | Тонізуючий, антиоксидантний, кондиціонуючий агент | Немає відомої токсичності; можлива індивідуальна реакція на фітокомпоненти. |

*Продовження таблиці 4.7*

| Компонент | CAS-номер | Функція | Потенційні токсикологічні властивості |
|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **$CO_2$ екстракт червоного перцю-чилі** | - | Актив, стимулятор мікроциркуляції | Містить капсаїциноїди. Може викликати відчуття тепла або печіння на шкірі. У високих дозах подразнює слизові. Не мутагенний і не канцерогенний (SCCS/1611/19). Безпечний ≤0,3% для універсального застосування. |
| **Вітамін Е (Токоферол)** | 59-02-9 | Антиоксидант, стабілізатор жирної фази | Нетоксичний у косметичних дозах; при високих концентраціях може спричинити подразнення шкіри або очей. |
| **Молочна кислота** | 50-21-5 | Регулятор pH, кератолітик | Може спричиняти подразнення у високих концентраціях (>2%); у дозі 0,5% - безпечний. |
| **«Cosgard» (Бензиловий спирт та дегідрооцтова кислота)** | 93891-10-0 | Консервант | Дозволений SCCS до 1,2%. Може спричинити легке подразнення очей. Не канцерогенний. |
| **Віддушка** | - | Ароматизатор | Може містити алергени Ризик сенсибілізації у чутливих осіб. |

Дані даної таблиці також підтверджують, що маска-бальзам є безпечним продуктом до застосування.

# РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## *5.1 Вплив виробничого процесу на довкілля*

Виробництво шампуню з екстрактом червоного перцю не становить значної загрози для навколишнього середовища за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог і правил утилізації побічних відходів. Основні компоненти засобу - вода, поверхнево-активні речовини, рослинні екстракти, вітаміни та ароматичні сполуки - належать до біорозкладних або малотоксичних речовин при стандартних концентраціях використання у косметичній продукції. У процесі виготовлення шампуню не утворюються токсичні газоподібні або пилові викиди. Головними видами відходів є залишки водних розчинів ПАР і допоміжних компонентів, які підлягають збору в спеціальні ємності та подальшій нейтралізації. Водні стоки після промивання обладнання необхідно очищувати перед зливом у каналізаційну систему. Для цього рекомендується використовувати локальні очисні споруди з біофільтрацією або адсорбцією активованим вугіллям. Найбільше можуть бути шкідливими для екології у даному процесі ПАРи та консервант, але сполуки, які використовуються у даній формулі (кокосульфат натрію і коко-глюкозид) є досить *eco-friendly*. Обидва ПАРи не кумулюються у воді та організмах, вважаються біорозкладним, тому при нормальному змиванні у каналізацію залишків, особливої загрози довкіллю вони не становитимуть.

Що стосується консерванту, то його біорозкладність досить непогана, а сам він має низьких екотокискологічний профіль, тому він також загрози довкіллю не становить. Підсумовуючи, у рецептурі шампуню практично немає інгредієнтів, які би становили серйозну шкоду довкіллю.

Під час виготовлення шампуню можливе виділення незначної кількості летких ароматичних сполук (які містяться у гідролаті лаванди, чайного дерева та

евкаліпту, а також у запашній речовині). Ці сполуки мають низьку концентрацію та швидко розкладаються в атмосфері під дією сонячного світла та кисню. Для запобігання локальному забрудненню повітря у виробничих приміщеннях повинні бути встановлені системи місцевої вентиляції, на лініях, де здійснюється додавання до формули даних сполук, а також адсорбційні установки для поглинання летких органічних сполук.

Повинне здійснюватися також регулярне провітрювання приміщень і контроль повітряного середовища, що дозволить забезпечити концентрації шкідливих речовин нижче гранично допустимих норм.

У разі дотримання технологічного процесу потрапляння сировини або готового продукту у ґрунт не відбувається. При випадкових розливах шампунь можна видаляти за допомогою піску, целюлозних сорбентів тощо. Далі дані відходи утилізовують. Активні речовини засобу не проявляють фітотоксичної або мутагенної дії на ґрунтові мікроорганізми і не змінюють структуру ґрунтів.

Процес виготовлення шампуню належить до малошумних і малопотужних технологій. Основне енергоспоживання припадає на механічні мішалки та насосне обладнання, що працюють у межах 2–3 кВт·год. Рівень шуму не перевищує 60 дБ, що відповідає санітарним нормам для виробничих приміщень.

*5.2 Заходи щодо очищення викидів під час виробництва шампуню з екстрактом червоного перцю чилі*

У процесі виробництва шампуню можливе утворення незначних кількостей стічних вод, що містять поверхнево-активні речовини, залишки екстрактів і допоміжних компонентів. Враховуючи, що кокосульфат натрію не кумулюється у воді та організмах, вважається біорозкладним, аналогічно, як і коко-глюкозид  ПАРи є досить екологічно безпечними, то при нормальному змиванні у каналізацію залишків, особливої загрози довкіллю вони не становитимуть. Тим не менш все ж для забезпечення екологічної безпеки

доцільно впровадити багатоступеневу систему очищення викидів, що включає механічні, фізико-хімічні та біологічні методи.

Спочатку перед викидом у каналізацію, стоки мають пройти механічне очищення за допомогою грубого фільтрування (коли використовуються сітчасті фільтри для видалення великих частинок і осадів), а також освітлені, залишаючись у відстійниках протягом 12-24 годин для осадження твердих домішок і часткового розкладу органічних сполук.

Наступним етапом є обробка стічних вод розчинами сульфату алюмінію (коагуляція та флотація) та осадження ПАР. Для того, щоб видалити залишки екстрактів, можна проводити адсорбцію активованим вугіллям.

Осади, отримані після коагуляції чи адсорбції, повинні бути зібрані та передані спеціалізованим підприємствам для подальшої утилізації, а використані фільтри, сорбенти та пакувальні матеріали сортуються, дезактивуються (при потребі) та утилізуються. Так само, як і мають бути утилізовані допоміжні матеріали, які використовуються для утилізації розлитого шампуню.

# РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

## *6.1 Ідентифіцікація небезпек*

Підприємство – це місце з підвищеною небезпекою, тому знати про небезпечні явища, які можуть виникнути, а також виконувати усі правила життєвонеобхідно. Ідентифікація небезпек є першим етапом оцінки професійних ризиків і полягає у виявленні всіх потенційних факторів, які можуть становити загрозу життю, здоров'ю працівників або спричинити пошкодження обладнання, матеріалів і довкілля. Основними потенційними небезпеками на виробництві можуть бути:

- Хімічні, оскільки працівники при виробництві шампунів кожного дня стикаються з концентрованими хімічними речовинами, як ПАР, розчинники тощо.
- Механічні, оскільки при неправильні експлуатації обладнання (мішалок, насосів) можуть виникнути серйозні травми, а в деяких випадках навіть смерть.
- Електричні при роботі з електрообладнанням (нагрівальні блоки, несправна ізоляція). Неправильна експлуатація може призвести до серйозних опіків та пожежі.
- Пожежні при використанні легкозаймистих речовин.
- Психофізіологічні, які пов'язані зі стресом та перевтомою, що може призвести до стану, коли людина не зможе правильно виконувати правила, що у свою чергу може призвести до дуже небезпечних ситуацій.
- Екологічні. Даний вид небезпек не становить загрози для людини, він шкодить довкіллю. Це може бути у випадку, якщо зливаються відходи у каналізацію без попередньої очистки. У довгостроковій переспективі це може нанести дуже серйозну шкоду водоймам.

*6.2 Технічні засоби захисту*

Для того, щоб мінімізувати аварійні ситуації на підприємстві мають обов'язково бути встановлені захисні огородження біля мішалок та інших рухомих частин обладнання, а також бути кнопки аварійної зупинки обладнання.

На лініях, де відбувається додавання до шампуню екстрактів та інших речовин, має бути встановлена витяжна вентиляція. Також витяжка має знаходитися на лініях, де відбувається змішування ПАР, оскільки кокосульфат натрію – це білий дрібнодисперсний порошок, який при вдиханні може забивати легені, що, відповідно, у майбутньому може призвести до серйозних проблем з диханням у робітників. Для зберігання концентратів, повинні бути вбудовані піддони, для збору розливів.

Для безпечної роботи з електричним обладнанням, має відбуватися регулярне технічне обслуговування електроприладів, а також перевірка проводки. На підприємстві також має бути встановлений захист від скачків напруги, оскільки електрообладнання досить чутливе і у випадку сильних стрибків, воно може вийти з ладу з наступним загорянням, що може призвести до пожежі. Також бажано встановити антиковзні підлоги на підприємстві у робочих зонах або принаймні забезпечити працівників спеціальним взуттям [33].

Усі працівники на підприємстві повинні мати та використовувати індивідуальні засоби захисту, наприклад респіратори при роботі з кокосульфатом натрію, а також іншими порошкоподібними речовинами. Також робота має відбуватися у спеціальному робочому одязі або халаті та рукавичках для захисту тіла від хімічних опіків та звичайного потрапляння речовин на шкіру. Також має бути захист очей у вигляді спеціальних окулярів, особливо це актуально при роботі з екстрактом перцю чилі, а також при роботі з обладнанням, якщо використовується вакуум. При роботі з шумним обладнанням, з шумністю більше 80 дБ, бажано використовувати спеціальні навушники для захисту слуху. Також на підприємстві обов'язково мають бути встановлені умивальники,

душові, контейнери для спецодягу та місця для дезінфекції рук після контакту з активними речовинами [34].

На заводі мають бути також системи попередження аварій та пожеж у вигляді спеціальних датчиків диму, температури та газу, які при перевищенні норм автоматично вимикають подачу електроенергії або вентиляції. Також у приміщеннях мають бути встановлені вогнегасники (порошкоподібні або вуглекислотні у залежності від специфіки роботи), які будуть регулярно перевірятися (1 раз на рік) та замінюватися або перезаряджатися раз на п’ять років. Усе електрообладнання має бути заземлене, щоб уникнути іскроутворення при роботі з леткими речовинами.

### *6.3 Гігієнічні заходи та контроль*

Гігієнічні заходи - це система організаційних, санітарно-технічних і профілактичних дій, спрямованих на створення безпечних та комфортних умов праці для персоналу під час виготовлення шампуню. Вони забезпечують збереження здоров’я працівників, попередження професійних захворювань та підтримання належного санітарного стану виробничих приміщень, що також важливо у плані контролю якості. У межах вимог GMP ці заходи спрямовані також на мінімізацію будь-яких ризиків перехресної контамінації, помилок та забезпечення стабільності якості готової продукції на кожному етапі виробництва.

Приміщення мають бути сплановані таким чином, щоб виробничі, допоміжні та побутові приміщення (гардеробні, душові, туалети та кімнати відпочинку) були чітко розмежовані. Потоки чистої та брудної зони не повинні перетинатися, щоб уникнути перехресної контамінації. Приміщення мають мати вологостійкі поверхні, які легко піддаються очищенню та дезінфекції. Згідно з однією з вимог GMP, усі приміщення повинні мати контрольовані потоки руху персоналу та матеріалів, а також бути сконструйовані таким чином, щоб запобігти накопиченню будь-чого, що може викликати розмноження

мікроорганізмів. Матеріали повинні бути хімічно стійкими, а також не вступати в реакції з компонентами, які використовуються під час виробництва.

На підприємстві повинен підтримуватися нормативний рівень температури та вологості: 18–25 °C і вологості 40–60 %, оскільки правильно підібраний мікроклімат позитивно впливає на роботу. Повітряні фільтри та вентиляційні канали повинні очищатися не рідше ніж раз на півроку. Одна з дванадцяти умов GMP також передбачає ведення журналів калібрування приладів, контролю мікроклімату та обліку технічного обслуговування вентиляції. Природне та штучне освітлення повинно бути достатнім для безпечного виконання операцій, світло має бути рівномірним та м'яким, без різких тіней та відблисків. Бажано використання світла у нейтральному або теплому діапазоні, оскільки холодне світіння часто є досить неприємним і негативно впливати на очі. Варто додати, що це також є ключовим при дотриманні вимог GMP.

Працівники при роботі повинні мати чистий одяг та спеціальні засоби індивідуального захисту. Забороняється працювати у власному одязі або взутті, щоб уникнути перенесення забруднень. Спецодяг перуть і дезінфікують не менше, ніж щотижня. Перед початком роботи та після її завершення працівники повинні мити руки з милом, користуватися антисептичними засобами. Заборонено приймати їжу, курити або пити у виробничих приміщеннях. Для працівників повинні бути умивальники, душові кабіни, туалети, обладнані гарячою і холодною водою, миючими засобами та рушниками. Усі працівники проходять попередній медичний огляд при прийомі на роботу і періодичні (1 раз на рік) для виявлення можливих алергічних або дерматологічних реакцій. Особи, які мають шкірні або інфекційні захворювання, до роботи не допускаються. Стандарти GMP вимагають також навчання персоналу: працівники повинні проходити регулярні навчання з гігієни, правил поводження з обладнанням а всі навчання мають документуватися. Будь-які порушення гігієни або неправильне поводження з матеріалами фіксуються та аналізуються, щоб уникнути подібних помилок у майбутньому [35].

Виробничі поверхні, столи, підлога, змішувачі очищаються щодня після завершення зміни. Раз на тиждень проводиться генеральне прибирання з дезінфекцією поверхонь розчинами антисептиків (етанолом, ізопропанолом або перекисом водню). Використовуються окремі миючі інструменти для різних зон (чистої, технічної, санітарної). Для дезінфекції застосовують безпечні для людини і навколишнього середовища засоби, сертифіковані для харчової та косметичної промисловості. Після дезінфекції обладнання ретельно промивається дистильованою водою. Регулярно проводиться аналіз води, яка використовується у виробництві, на наявність домішок та мікробіологічну чистоту. Повітря контролюється на предмет концентрації летких сполук, пилу, парів спирту. Дані правила також підпадають під стандарти GMP, оскільки в даному випадку передбачено створення чітких процедур для прибирання, правильної дезінфекції, а також ведення повної документації щодо кожної операції: методи, засоби, відповідальні особи та дати виконання. Всі реагенти та миючі засоби повинні маркуватися і обов'язково на них має бути інформація про терміни придатності.

Дотримання гігієнічних вимог контролюється у першу чергу за допомогою внутрішнього контролю. Для цього призначається відповідальна особа з охорони праці, яка перевіряє стан робочих місць, чистоту приміщень, наявність засобів індивідуального захисту. Ведеться журнал обліку санітарного прибирання**,** куди заносять дати, засоби, прізвища відповідальних осіб. Також може бути призначений зовнішній контроль, який здійснюється санітарно-епідеміологічною службою відповідно до чинних нормативів. У разі порушень накладуються штрафи, а у випадках повторних порушень може бути навіть накладена тимчасова заборона на діяльність. Також варто додати, що GMP вимагає наявності системи внутрішнього аудиту, яка регулярно буде оцінювати відповідність усіх процесів стандартам, а також впровадження коригувальних заходів, які би покращували якість виробництва.

*6.4 Пожежна безпека*

Виробництво косметичних засобів, зокрема шампунів з активними екстрактами, відноситься до категорії помірно небезпечних за пожежною безпекою, оскільки містить легкозаймисті речовини (наприклад, етиловий спирт, який є екстрагентом для перцю чилі).

Перше правило пожежної безпеки – це попередження загоряння, своєчасне виявлення та локалізація пожежі. Потенційними джерелами загоряння можуть бути нагрівальні елементи, електроприлади тощо. Спиртовий екстракт перцю чилі є легкозаймистою речовиною, тому при роботі з ним забороняється використання відкритого вогню, а робоче місце має добре вентилюватися.

Усі працівники повинні пройти інструктаж з пожежної безпеки та знати місця розташування вогнегасників, пожежних кран-бочок та евакуаційних виходів. Виробниче приміщення має бути обладнане сигналізацією диму та автоматичною системою пожежогасіння. Також має бути розроблений та підтримуватися у належному та актуальному стані план евакуації на випадок пожежі [33].

У разі пожежі має бути негайно викликана пожежна служба та персонал цеху, працівники мають бути евакуйовані згідно плану евакуації. Джерела займання локалізуються за допомогою наявних вогнегасників. Газо та електропостачання має бути перекрите, якщо є ризик поширення вогню. Після гасіння пожежі повинна бути проведена оцінка стану приміщення і небезпечних залишків.

Додатково, працівникам забороняється зберігати велику кількість легкозаймистих компонентів поруч з робочими місцями. Також має регулярно проводитися профілактичний огляд обладнання та вентиляції.

*6.5 Навчання персоналу*

Персонал повинен проходити регулярне навчання у питаннях технології виробництва, охорони праці та пожежної безпеки для того, щоб підтримувати

високий рівень обізнаності, а також для того, щоб ознайомити працівників з актуальними темами. Також це важливо для попередження травматизму та аварій на виробництві, зокрема при роботі з активними екстрактами (перець чилі), підвищення якості продукції та дотримання нормативних вимог [36].

Для всіх нових працівників перед допуском до роботи проводиться вступне навчання, де їх ознайомлюють з загальними правилами техніки безпеки, пожежною безпекою, організаційними процедурами виробництва. Далі відбувається вже практичне ознайомлення: з обладнанням, місцями зберігання компонентів. Персонал не рідше 1 разу на рік проходить повторне (періодичне) навчання. Працівники, які працюють з конкретним обладнанням або небезпечними речовинами проходять цільове навчання.

Рекомендується проводити навчання з такої тематики: технологія виробництва шампуню; охорона праці; пожежна безпека; безпека при роботі з активними компонентами; правила зберігання та транспортування компонентів; екологічні вимоги. Бажано використовувати методи навчання, з використанням мультимедійних засобів і наступним проведенням онлайн-тестувань.

Також кожен працівник відмічається в обліковому журналі про проходження ознайомлення та курсів навчань за допомогою власного підпису. Відповідальним за даний процес призначається інженер з охорони праці або головний технолог. Також регулярно перевіряється ефективність навчання за допомогою інспекції робочих місць, аналізів інцидентів та аварій, оцінку якості виконання технологічних операцій.

# ВИСНОВКИ

1. Проведено літературний огляд для екстракту перцю чилі як сировини, проаналізовано його хімічний склад, а також властивості. Досліджено ситуацію на ринку для засобів по догляду за волоссям, а також покращення їх росту.

2. За допомогою декількох способів отримано екстракт червоного перцю чилі. Обґрунтовано причини використання етилового спирту для екстракції, а не етилацетату. Пояснено причини використання $CO_2$-екстрактів для інших косметичних засобів даної лінійки.

3. За допомогою різних способів мацерації отримано екстракти лілії білої, черемхи, бузку та кропиви, які потім були використані при створені двофазного спрею та маски-бальзаму з екстрактом червоного перцю чилі.

4. Обґрунтовано вибір поверхнево-активної основи та активних речовин для шампуню з екстрактом червоного перцю чилі. За допомогою математичної моделі з'ясовано, що оптимальним вмістом компонентів для інноваційного шампуню є: екстракт перцю 3-5%, гідролат чайного дерева 3-5%, гідролат евкаліпту до 1,5%.

5. Експериментальним шляхом знайдено точні значення інгредієнтів, які би повністю могли задовільнити споживача (3% екстракту червоного перцю чилі та 3% гідролату чайного дерева).

6. Встановлено відсотковий поріг для екстракту червоного перцю чилі. З'ясовано, що для того, щоб створити універсальний засіб можна використовувати лише екстракт з вмістом капсаїцину не більше 7%, який можна використовувати у наступному відсотковому значенні: 0,2% для двофазного спрею та 0,3% для маски-бальзаму. Це дасть можливість отримати універсальні засоби, які можуть використовувати люди з будь-яким типом шкіри.

7. Розроблено формули двофазного спрею з екстрактом перцю чилі (який є унікальним, оскільки такої позиції на ринку ще немає) та інноваційної маски-бальзаму, у якій використовується ламелярна емульсія. Для всіх косметичних засобів проведено органолептичне дослідження, яке встановило, що

використання лінійки косметичних засобів упродовж одного місяця позитивно вплинуло на здоров’я волосся та шкіри голови.

8. У технологічній частині представлено апаратурно-технологічну та принципову схеми для виготовлення шампуню екстракт червоного перцю чилі та розраховано матеріальний баланс виробництва, розроблено токсикологічні профілі для кожного з косметичних засобів.

9. Було розглянуто вплив виробництва шампуню на довкілля та способи зменшення викидів у водойми та в атмосферу.

10. Детально розглянуто питання охорони праці на підприємстві, що є важливим для безпеки, як працівників, так і самого виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Harada N., Okajima K., Arai M., Kurihara H., et al. Administration of capsaicin and isoflavone promotes hair growth by increasing insulin-like growth factor-I production in mice and in humans with alopecia // *Growth Hormone & IGF Research*. 2007. № 17(5). С. 408–415.

[2] Eid A. Y., Abd-Elaziz A. A., Mohamed E. A., et al. Topical application of standardized capsicum and rosemary extracts promotes hair growth in testosterone-induced alopecia in Wistar rats: Histological and morphometric evaluation // *Indian Journal of Pharmacology*. 2025.

[3] Parisi O. I., Franzè G., Casula M. F., Puoci F. An effective approach for the modulation of 5α-reductase: A hair-growth promoting polymeric blend based on *Capsicum annuum* fruit extract // *Polymers*. 2018. Т. 9, № 3. 44 с.

[4] Bacqueville D., et al. *New Plant Extracts Exert Complementary Anti-Hair Loss Effects: mechanisms and preclinical data* // *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2024.

[5] Pan X., et al. *Technological Advances in Anti-hair Loss and Hair Regrowth: challenges, innovations and prospects* // *Cosmetics / open access review*. 2025.

[6] Khambam S. K. R., et al. Determination of capsaicin-induced increase in dermal blood flow using laser Doppler flowmetry technique // *Scientific Research*. 2011.

[7] Kostrzewa D., Mazurek B., Kostrzewa M., Jóźwik E. Carotenoids and Fatty Acids Obtained from Paprika *Capsicum annuum* by Supercritical Carbon Dioxide and Ethanol as Co-Extractant // *Molecules*. 2023. Т. 28, № 14. С. 5438.

[8] Della Valle A., Dimmito M. P., Zengin G., Pieretti S., Mollica A., Locatelli M., Cichelli A., Novellino E., Ak G., Yerlikaya S. Exploring the Nutraceutical Potential of Dried Pepper *Capsicum annuum* L. on Market from Altino in Abruzzo Region // *Antioxidants*. 2020. Т. 9, № 5. С. 400.

[9] Bae W-Y., Jung W-H., Shin S.L., Kim T-R., Sohn M., Suk J., Jung I., Lee Y.I., Lee J.H. Heat-treated *Limosilactobacillus fermentum* LM1020 with menthol, salicylic acid, and panthenol promotes hair growth and regulates hair scalp microbiome balance in

androgenetic alopecia: A double-blind, randomized and placebo-controlled clinical trial // *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2024. Т. 23, № 9. С. 2943-2955.

[10] Reyes-Escogido M. de L., Gonzalez-Mondragon E. G., Vazquez-Tzompantzi E. Chemical and Pharmacological Aspects of Capsaicin // *Molecules*. 2011. Т. 16. С. 1253-1270.

[11] Katritzky A. R., Xu Y. J., Vakulenko A. V., Wilcox A. L., Bley K. R. Model compounds of caged capsaicin: design, synthesis, and photoreactivity // *Journal of Organic Chemistry*. 2003. Т. 68. С. 9100-9104.

[12] Walpole C. S., Bevan S., Bloomfield G., Breckenridge R., James I. F., Ritchie T., Szallasi A., Winter J., Wrigglesworth R. Similarities and differences in the structure-activity relationships of capsaicin and resiniferatoxin analogues // *Journal of Medicinal Chemistry*. 1996. Т. 39. С. 2939-2952.

[13] Swetnisha, Ajitabh Bora, H. K. Gogoi, P. S. Raju. In vitro production of capsaicin through plant tissue culture // *Journal of Phytology*. 2017. Т. 9. С. 24-33.

[14] Leite Júnior A. C., Bastos C. C. B. Essential oils for hair health: a critical mini-review of the current evidence and future directions // *Brazilian Journal of Health Aromatherapy and Essential Oil*. 2024. Т. 1, № 1.

[15] Bezerra K. G. O., Meira H. M., Veras B. O., Stamford T. C. M., Fernandes E. L., Converti A., Rufino R. D., Sarubbo L. A. Application of plant surfactants as cleaning agents in shampoo formulations // *Processes*. 2023. Т. 11, № 3. С. 879.

[16] Moldes A. B., Rodríguez-López L., Rincón-Fontán M., López-Prieto A., Vecino X., Cruz J. M. Synthetic and bio-derived surfactants versus microbial biosurfactants in the cosmetic industry: an overview // *International Journal of Molecular Sciences*. 2021.

[17]Luengo G. S., Regulski K., Tournier-Couturier L., Ortega F., Fernández-Peña L., et al. Physico-chemical challenges on the self-assembly of natural surfactants for greener shampoo and conditioner formulations // *Green Chemistry*. 2023. Т. 25.

[18] Блог / новинний статейний ресурс: *Трегалоза – маловідомий інгредієнт косметичних засобів* // BHUB. [без дати]. Режим доступу: bhub.com.ua/uk/tregaloza-malovidomyj-ingrediyent-kosmetychnyh-zasobiv-i-

bulochok/ (дата звернення: 15.11.2025).
[19] McMullen R. L., Laura D., Zhang G., Kroon B. Investigation of the interactions of cationic guar with human hair by electrokinetic analysis // *International Journal of Cosmetic Science*. 2021. Т. 43, № 4. С. 375-390.
[20] Erazo-Majewicz P., Roberts-Howard C., Oldham E., Lynch C., Graham J., Usher C., Joneja S. Linking enhanced deposition agent functionality with aesthetic performance // *Journal of Cosmetic Science*. 2011. Т. 62, № 2. С. 101-108.
[21] Cornwell P. A. A review of shampoo surfactant technology: consumer benefits, raw materials and recent developments // *International Journal of Cosmetic Science*. 2018. Т. 40, № 1. С. 16-30.
[22] Staszak K., Wieczorek D., Michocka K. Effect of sodium chloride on the surface and wetting properties of aqueous solutions of cocamidopropyl betaine // *Journal of Surfactants and Detergents*. 2014. Т. 18, № 2. С. 321-328.
[23] Antignac E., Nohynek G., Clouzeau J., Toutain H. Safety of botanical ingredients in personal care products/cosmetics // *Food and Chemical Toxicology*. 2011. Т. 49. С. 234-243.
[24] ISO. ISO 16128-1:2016. Guidelines on technical definitions and criteria for natural and organic cosmetic ingredients and products -Part 1: Definitions for ingredients. -Geneva: ISO, 2016. 11 с.
[25] Ecocert. Raw Material Verification ISO 16128. Ecocert. (електронний ресурс). Режим доступу: Ecocert.com.
[26] COSMOS-standard AISBL. COSMOS Standard Version 4.1. 1 March 2024. 42 с. (PDF).
[27] Waqas M., Ahmed D., Qamar M. T. Surfactant-mediated extraction of capsaicin from *Capsicum annuum* L. fruit in various solvents // *Heliyon*. 2022. Т. 8.
[28] Andreasi Bassi S., Boldrin A., Frenna G. Ethylic esters as green solvents for the extraction of intracellular polyhydroxyalkanoates produced by mixed microbial culture // *Polymers*. 2021. Т. 13, № 16. С. 2789.
[29]Capello C., Fischer U., Hungerbühler K. What is a green solvent? A comprehensive framework for the environmental assessment of solvents // *Green*

*Chemistry*. 2007. Т. 9, № 9. С. 927-934.

[30] Al-Samydai A., [et al.]. Study on formulation and evaluation of herbal shampoos // *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2019. Т. 10, № 4. С. 3768–3774.

[31] Tang Y., Liu Y., Luo K., Xu L., Yang P., Ming J. Potential applications of *Lilium* plants in cosmetics: a comprehensive review based on research papers and patents // *Antioxidants*. 2022. Т. 11, № 8. С. 1458.

[32] $CO_2$ екстракт червоного перцю, Beurre (10 мл) // Інтернет-магазин Beurre. Режим доступу: beurre.ua/co2-ekstrakt-perca-krasnogo.

[33] Buyang C. G., Sariyani M. D., Kolianan J. B. Analysis of Occupational Safety Policies in the Manufacturing Industry Related to Compliance and its Impact on Occupational Accidents // *Miracle Get Journal*. 2024. Vol. 1, №4. P. 52-60.

[34] Moda H. M., King D, Assessment of Occupational Safety and Hygiene Management Among Hair Salon Workers // *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2019. Vol. 16, №18. Art. №3284.

[35] *GMP-guidelines for manufacturers of cosmetic products* [Електронний ресурс] // Global Regulatory Partners. 2022. Режим доступу: https://globalregulatorypartners.com/wp-content/uploads/USA-cosmetic-good-manufacturing-practices-GMP.pdf

[36] ISO 22716:2007. Cosmetics Good Manufacturing Practices (GMP) Guidelines on Good Manufacturing Practices. Geneva: International Organization for Standardization, 2007. 15 p.