

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ І ЕКОНОМІКИ ФАРМАЦІЇ
ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Г. П. Смойловська, О. О. Малюгіна

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ,
ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНИХ
КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

до самостійної роботи
для слухачів курсів тематичного удосконалення
«Дайджест сучасного стану ринку лікувально-профілактичної косметики»

Запоріжжя
2026

УДК 615.32:613.495](075.8)

C51

*Затверджено на засіданні Центральної методичної Ради ЗДМФУ
та рекомендовано для використання в освітньому процесі
(протокол № 3 від «26» лютого 2026 р.)*

Автори:

Смойловська Галина Павлівна – кандидат фармацевтичних наук, доцент ЗВО кафедри управління і економіки фармації та фармацевтичної технології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Малюгіна Олена Олександрівна – кандидат фармацевтичних наук, доцент ЗВО кафедри управління і економіки фармації та фармацевтичної технології Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Рецензенти:

Бурлака Богдан Сергійович – доктор фармацевтичних наук, професор кафедри технології ліків Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Ткаченко Наталя Олександрівна – доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри управління і економіки фармації Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Смойловська Г. П.

C 51 Сучасні аспекти розробки, виготовлення та застосування лікувально-профілактичних косметичних засобів: навчальний посібник до самостійної роботи для слухачів курсів тематичного удосконалення «Дайджест сучасного стану ринку лікувально-профілактичної косметики» / Г. П. Смойловська, О. О. Малюгіна. – Запоріжжя: ЗДМФУ, 2026. – 150 с.

Навчальний посібник призначений для самостійної роботи для слухачів курсів тематичного удосконалення «Дайджест сучасного стану ринку лікувально-профілактичної косметики». Посібник містить чотири теми, що охоплюють сучасні наукові підходи до класифікації та розробки косметичних засобів: застосування наноносіїв, особливості використання природних та біотехнологічних інгредієнтів. Значну увагу приділено розробці, фармацевтичній опіці при відпуску косметичних засобів для споживачів літнього віку з урахуванням особливостей макроорганізму в цілому та шкірних покривів.

УДК 615.32:613.495](075.8)

©Смойловська Г.П., Малюгіна О.О., 2026.

©Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, 2026.

ЗМІСТ

Передмова	4
Перелік скорочень	6
Тема 1. Косметичні лікувальні засоби нового покоління.	8
Тема 2. Діючі та допоміжні речовини у складі лікувальних, лікувально-профілактичних та гігієнічних косметичних засобів	41
Тема 3. Застосування продуктів рослинного походження при виготовленні лікувальних косметичних засобів.....	85
Тема 4. Косметичні засоби для людей похилого віку. Омолоджуючі косметичні засоби	124
Правильні відповіді на тестові завдання.....	150

ПЕРЕДМОВА

Начальний посібник «Сучасні аспекти розробки, виготовлення та застосування лікувально-профілактичних косметичних засобів» до самостійної роботи слухачів курсів тематичного удосконалення «Дайджест сучасного стану ринку лікувально-профілактичної косметики» розроблено згідно з робочим навчальним планом підготовки фармацевтів при проходженні курсів тематичного удосконалення галузь знань І «Охорона здоров'я та соціальне забезпечення» спеціальності І8 «Фармація» та робочою програмою «Дайджест сучасного стану ринку лікувально-профілактичної косметики».

Головними завданнями дисципліни «Сучасні аспекти розробки, виготовлення та застосування лікувально-профілактичних косметичних засобів» є вивчення наукових основ розробки косметичних форм; використання нових інгредієнтів у лікувально-профілактичній косметиці; покращення знань щодо застосування лікувально-профілактичних косметичних засобів різних форм випуску, розвинути здатність до аналізу інформації щодо складу, властивостей та застосування лікувально-профілактичних косметичних засобів, набути навички прийняття обґрунтованих рішень щодо вибору, рекомендації та консультування споживачів щодо застосування косметичних засобів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 34 години, з них аудиторних – 22 год., самостійна робота – 12 год.

Тематичний план самостійної роботи

1. Косметичні лікувальні засоби нового покоління
2. Діючі та допоміжні речовини у складі лікувальних, лікувально-профілактичних та гігієнічних косметичних засобів.
3. Застосування лікарських рослин та продуктів рослинного походження при виготовленні лікувальних косметичних засобів.
4. Косметичні засоби для людей похилого віку. Омолоджуючі косметичні засоби

Навчальний посібник є комплексним джерелом, присвяченим актуальним аспектам створення косметичних засобів. Структура посібника включає чотири теми, які детально розкривають дані щодо лікувальних косметичних засобів нового покоління. Особлива увага приділена особливостям косметичного догляду людьми похилого віку за старіючою шкірою, а також аналізу активних та допоміжних речовин (від інноваційних синтетичних сполук до традиційної рослинної сировини) у складі лікувальних, лікувально-профілактичних та гігієнічних засобів. Кожна тема містить детальний інформаційний матеріал, контрольні питання для перевірки знань та повний перелік використаних літературних джерел. Запропоновані тестові завдання забезпечують ефективний контроль та самоконтроль засвоєння матеріалу, створюючи цілісну систему для поглиблення професійних компетенцій.

Перелік скорочень

АТРА	– ретиноева кислота
ВНА	– β -гідроксикислоти;
ЕРА	– ейкозапентаєнова кислота
LC	– рідкокристалічні (дендримери);
МАО	– мікоспоринові амінокислоти;
NLC	– наноструктуровані ліпідні носії;
NMF	– натуральний зволожуючий фактор;
РАМАМОС	– РАМАМ-органосиліконові (дендримери)
PCL	– полікапролактон;
РЕНАМ	– полієфіргідроксиламін;
PLA	– полімолочна кислота;
PLGA	– полі(молочна-со-гліколева кислота)
PLL	– поліллізинові (дендримери);
SLN	– тверді ліпідні наночастинки;
SPECT	– система однофотонної емісійної комп'ютерної томографії;
SPF	– Sun Protection Factor;
TEWL	– трансепідермальна втрата води;
АД	– атопічний дерматит;
АНА	– α -гідроксикислоти;
АФІ	– активний фармацевтичний інгредієнт, діюча речовина;
АФК	– активні форми кисню;
ГК	– гіалуронова кислота;
ДФУ	– Державна Фармакопея України;
ЄС	– Європейський Союз;
ММР	– матриксні металопротеїнази;
МОЗ	– Міністерство охорони здоров'я України;
ПАМАМ, РАМАМ	– поліамідоамінні (дендримери);

- ПАР – поверхнево-активні речовини;
- ПЕГ – поліетиленгліколь;
- ППІ, РРІ – поліпропіленоімінні (дендримери);
- УФ – ультрафіолетове.

Тема 1. Косметичні лікувальні засоби нового покоління.

Форма і тривалість заняття: самостійна (2 години)

Дидактичні цілі та мотивація заняття: систематизувати знання про інноваційні системи доставки інгредієнтів у косметиці нового покоління. Сформувати цілісне уявлення про структуру та властивості наноносіїв (ліпідних часток, нанокапсул, наносфер) і молекулярних систем (дендримерів), а також розвинути вміння оцінювати їхній вплив на ефективність косметичних засобів.

Питання для контролю знань

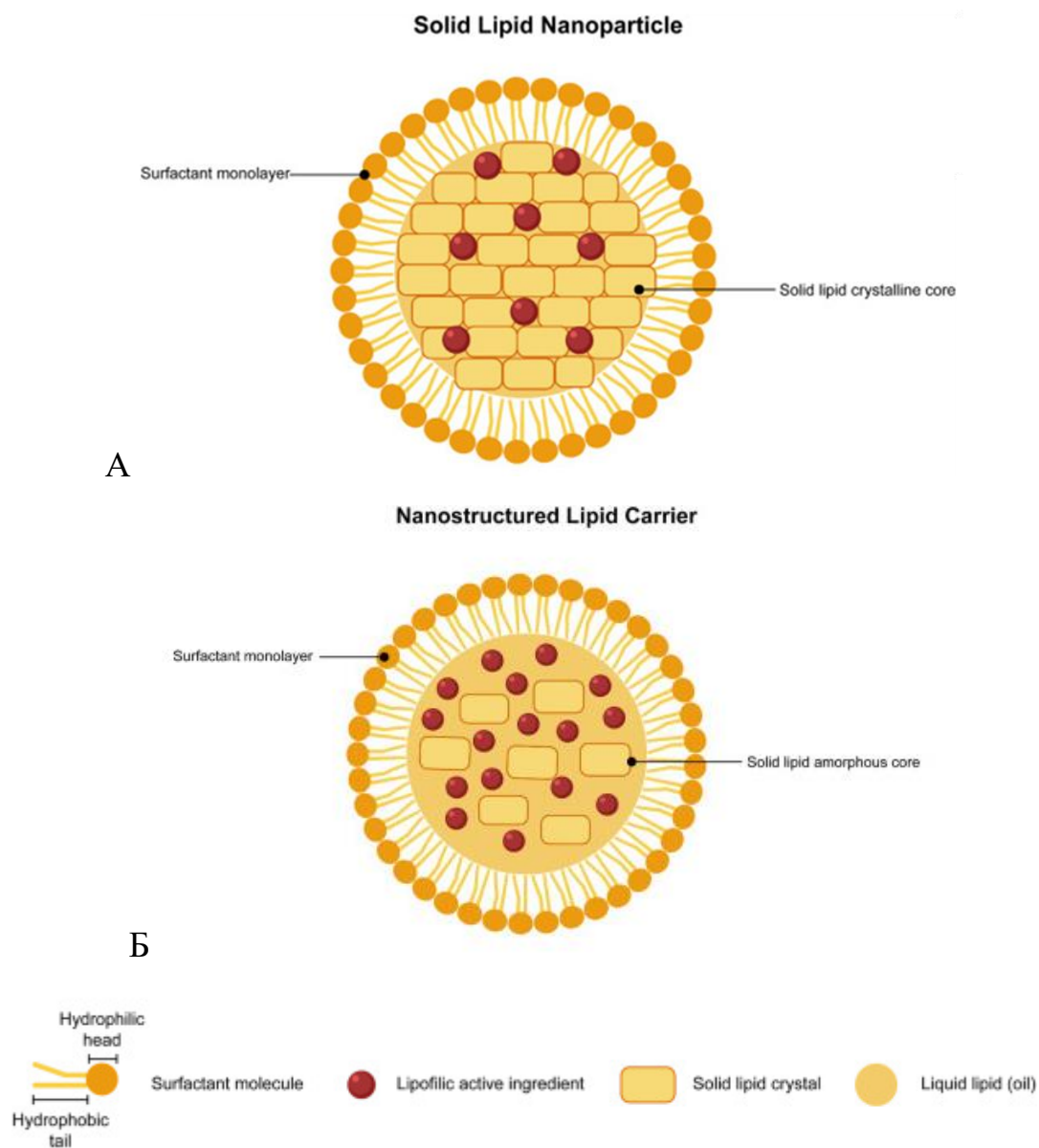
1. Ліпідні наночастинки: тверді ліпідні носії та наноструктуровані ліпідні частинки
2. Нанокапсули та наносфери як носії косметичних активів
3. Дендримери – сучасні молекулярні носії в косметичних формулах

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

Ліпідні наночастинки: тверді ліпідні носії та наноструктуровані ліпідні частинки

Ліпідні носії, такі як тверді ліпідні наночастинки (SLN) і наноструктуровані ліпідні носії (NLC) (рис. 1.1) сьогодні набувають значення як платформа для доставки широкого спектру компонентів у дерматології та косметології. Вони є новітніми системами доставки, що складаються з одного шару оболонки і мають внутрішнє ліпідне ядро, яке є твердим при температурі тіла.

Тверді ліпідні наночастинки (SLN) – це сферичні частинки з ліпідним шаром навколо ядра, що складається з твердих ліпідів (за кімнатної температури), розміром від 40 до 1000 нм. Вперше SLN виготовлені близько 1991 року.



А

Б

Рис. 1.1. Структурне зображення: А – тверда ліпідна наночастинка (SLN), Б – наноструктурований ліпідний носій (NLC) [джерело: <https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2021.100709>]

Основною структури SLN є ліпіди, схожі на ліпіди шкіри: гліцериди, жирні кислоти, стероїди, кераміди, воски тощо. Поверхнево активні речовини (сурфактанти та емульгатори), що входять до складу SLN у кількостях 0,5-5%, знижують поверхневий натяг, стабілізують дисперсію та запобігають агрегації часток. Також до складу SLN можуть вводитися кріопротектори (стабілізація під час ліофілізації), модифікатори заряду, стелс-агенти (ПЕГ).

Наноструктуровані ліпідні носії (NLC) вважаються більш «просунутою» версією SLN; включення олій у ліпідну матрицю знижує її кристалічність, покращуючи здатність до навантаження та довгострокову стабільність інкапсуляції системи. Невеликий розмір частинок (10-1000 нм) дозволяє їм безпосередньо проникати у роговий шар, що покращує проникнення активних інгредієнтів у шкіру.

Тоді як у SLN ліпідна суміш утворена лише твердими ліпідами (довголанцюговими гліцеридами, жирними кислотами, восками), у NLC гідрофобна матриця складається з комбінації твердих і рідких ліпідів (коротколанцюгові гліцериди) у співвідношенні від 70:30 до 99,9:0,1.

Перевагами твердих ліпідних наночасток та наноструктурованих ліпідних носіїв є покращене проникнення через шкіру, контрольоване та пролонговане вивільнення, покращена стабільність та підвищена.

Ще одною перевагою біопереносимість та біорозкладність ліпідних наночасток, оскільки вони складаються з фізіологічних ліпідів, що мають низьку токсичність, та не містять розчинників. Також їх доволі легко виробляти і деякі з них навіть можуть витримувати стерилізацію. Для цілеспрямованої доставки поверхня ліпідних наночасток може бути модифікована лігандами або функціональними групами для цільової дії на певні клітини шкіри або рецептори. Цільова доставка підвищує специфічність та ефективність лікування, зменшуючи необхідну дозу та мінімізуючи системні побічні ефекти.

Недоліками SLN є труднощі у підтриманні активної інкапсуляції та фізична нестабільність протягом зберігання. Також особливості структури призводять до обмеженої місткості та ризику «виштовхування» ліків при переході ліпідів у більш стабільну кристалічну форму.

SLN та NLC дозволяють створити гладкі, ніжні текстури, що легко розподіляються шкірою та покращують споживацький досвід та задоволення користувачів.

Сьогодні існує багато способів *отримання* ліпідних наночасток, серед яких як високо- так і низькоенергетичні методи, що передбачають використання органічних розчинників та такі, у яких ці розчинники не застосовуються. Як правило, створення ліпідних наночасток включає два основних етапи: перший етап передбачає створення наннчастинок, а другий – їх сушіння шляхом ліофілізації тощо. Склад частинок та техніка обробки в першу чергу визначають характеристики частинок.

Завантаження активним компонентом є критичним фактором, який визначає доцільність системи носія лікарського засобу, і виражається у відсотках до ліпідної фази. Ємність завантаження залежить від розчинності речовини у ліпідному розплаві, змішуваності його з розплавом ліпідів, поліморфізму ліпідного матеріалу та хімічної структури ліпоїдної матриці. Наприклад, ємність завантаження SLN для коензиму Q10 складала 20%, а для ретинолу – 5%.

Ліпідні наночастинки переважно використовуються для перенесення ліпофільних агентів, які можуть бути включені в ліпідний шар, між ланцюгами жирних кислот, або дисперговані в ядрі. У той же час, будова носіїв не виключає включення гідрофільних сполук, що можна вважати їх додатковою перевагою.

Існує декілька моделей включення речовин до SLN (рис. 1.2):



Рис. 1.2. Моделі завантаження твердого ліпідного носія активним компонентом [джерело створене ШІ]

1. *Гомогенна матриця (твердий розчин)*- активний компонент рівномірно диспергований у ліпідах.

2. *Збагачена оболонка* – активна речовина сконцентрована в зовнішньому шарі. Характерним є швидке вивільнення.

3. *Збагачене ядро* – активна речовина зосереджена в центрі та оточена шаром (оболонкою) чистого ліпіда. Характерне пролонговане вивільнення.

Тверді ліпідні наночастинки можуть використовуватися для включення ліпофільних агентів навіть у рецептурах із водним носієм.

У літературі описані три основних моделі включення активних компонентів у NLC: недосконалий тип, аморфний тип та множинний тип (рис. 1.3).

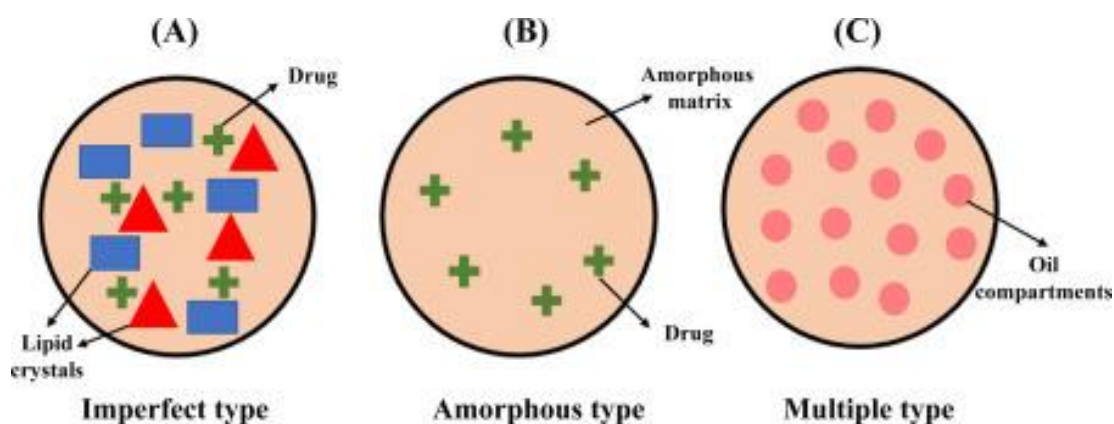


Рис. 1.3. Структурні типи NLC: А – Недосконалий тип; В – Аморфний тип; С – Множинний тип [джерело: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816705-2.00007-2>]

Недосконалий тип. Використання суміші різних тригліцеридів або жирних кислот з різною довжиною ланцюга запобігає формуванню щільної впорядкованої кристалічної решітки. У цій структурі молекули активного інгредієнта можуть бути включені в проміжки між ланцюгами жирних кислот тощо.

Аморфний тип характеризується утворенням неструктурованої аморфної ліпідної матриці. Шляхом підбору специфічних ліпідів (наприклад, ізопропілміристату, дибутиладипату або гідроксиоктакозанілгідроксистеарату) створюється суміш, яка залишається в однорідному аморфному стані після охолодження. Через відсутність кристалізації ліпіди не переходять у більш стабільні форми та включена активна речовина не виштовхується.

Множинний тип є найбільш складною моделлю включення, що за структурою нагадує емульсію в/о/в. Цей тип можна отримати, використовуючи кількість олії, більшу за її розчинність у твердому ліпіді. Під час етапу охолодження краплі олії досягають області змішуваності, осаджуються та залишаються зафіксованими в структурі наночастинок шляхом затвердіння твердого ліпідів. Оскільки багато жиророзчинних речовин краще розчиняються у рідких ліпідах, «краплини» рідкої олії дозволяють суттєво підвищити ємність завантаження, а тверда оболонка навколо них – досягти контрольованого та пролонгованого вивільнення.

Проникнення у шкіру. SLN та NLC використовують свої унікальні фізико-хімічні властивості для ефективного проникнення в шкіру, доставляючи активні інгредієнти до цільового шару. Ліпідні наночастинок проникають трансклітинним, міжклітинним, фолікулярним та додатковим шляхами. Ліпідна природа дозволяє їм зливатися з бішарами клітинних мембран, забезпечуючи *трансклітинний* шлях. Процес включає ендоцитоз, де наночастинок поглинаються клітинною мембраною та транспортуються в клітину, та екзоцитоз, де вони виштовхуються з іншого боку, досягаючи глибших шарів шкіри. Для *міжклітинного проникнення*, ліпідні наночастинок порушують ліпідну матрицю між корнеоцитами. Ліпідний склад та малі розміри SLN та NLC дозволяють їм дифундувати через міжклітинні ліпідні шари. Ліпіди взаємодіють з ліпідами шкіри, а ПАР та стабілізатори посилюють здатність SLN та NLC переміщатися через міжклітинні простори, діючи як стимулятори абсорбції та покращуючи проникнення та біодоступність інкапсульованих речовин.

Волосяні фолікули дозволяють ліпідним наночасткам обійти роговий шар і проникнути у глибші шари шкіри, зокрема дерму, щоб вивільнити інгредієнти.

Розміри та властивості поверхні наночасток є критичними для проникнення. Великі ліпідні наночастинки (>100 нм) можуть залишатися на поверхні шкіри або накопичуватися у волосяних фолікулах, створюючи резервуар ліків та вивільняючи активні інгредієнти в епідерміс та дерму, тим самим надаючи місцевий ефект. Менші частинки з більшою ймовірністю проникають крізь вузькі фолікулярні отвори. Крім того, модифікація поверхні за допомогою покриттів або функціональних груп може покращити націлювання та утримання наночастинок у волосяних фолікулах, оптимізуючи їхній терапевтичний потенціал, а малі ліпідні наночастинки з розміром <100нм можуть досягати кровотоку, маючи системний ефект.

Транспорт через шкірні придатки також доступний для ліпідних наночастинок. Цим шляхом вони також потенційно можуть досягати дерми. У цьому випадку ПАР та стабілізатори, що запобігають агрегації, можуть посилювати проникнення.

Використання. Тверді ліпідні наночастинки та наноструктуровані ліпідні носії є перспективною платформою для дерматологічних і косметичних засобів та носіями активних сполук (рис. 1.4). Вони активно досліджуються через їх потенціал як носіїв хімічно лабільних молекул, та оклюзійні властивості, які сприяють гідратації шкіри та проникненню біологічно активних агентів у формулах з антивіковими, антиоксидантним, зволожуючими та сонцезахисними властивостями.

SLN були розроблені на початку 1990-х років як альтернативна система-носій для інших колоїдних препаратів, таких як емульсії, ліпосоми та полімерні наночастинки, і з того часу вони досліджуються вченими з більшою увагою.

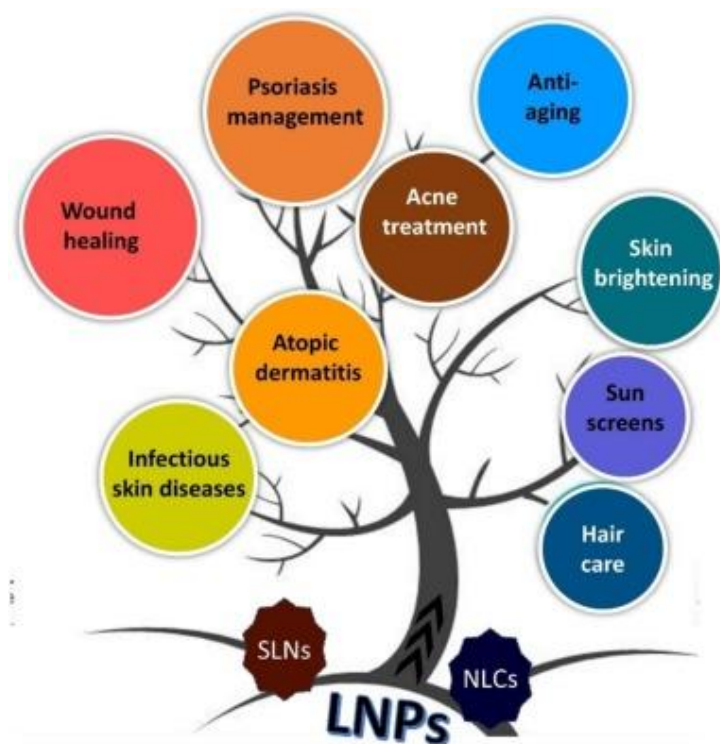


Рис. 1.4. Застосування ліпідних наночастинок у дерматології та косметичі [джерело: <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2024.100814>]

З 2005 року SLN та NLC використовувалися в кількох дермальних косметичних продуктах і продемонстрували гарні результати. У 2005 році Dr. Rimpler GmbH, Німеччина вперше випустила на ринок косметику, що містить NLC, а саме крем NanoRepair Q10 і сироватку NanoRepair Q10. Ці продукти покращують проникнення через шкіру. У випадку косметичного застосування, що вимагає високої кристалічності носія (захист від ультрафіолету), придатними носіями є SLN. Однак для багатьох косметичних застосувань кращими є NLC. Зараз на світовому косметичному ринку доступні більш ніж 30 косметичних продуктів з цими частинками.

Сонцезахисні засоби. Тверді ліпідні наночастинки (SLN) та наноструктуровані ліпідні носії (NLC) відіграють важливу роль у створенні високоєфективних сонцезахисних засобів завдяки своїм унікальним фізико-хімічним властивостям. SLN самі по собі діють як фізичні сонцезахисні фільтри. Також у сонцезахисних продуктах, наприклад, кремах, SLN та NLC

використовуються як активні носії для молекулярних сонцезахисних агентів. Вони зменшують необхідну кількість УФ-фільтра, водночас пропонуючи такий же захист, як і традиційні формули. Наприклад, SLNs, сформульовані з ацетатом токоферолу, запобігали хімічній деградації, і повідомлялося про покращення здатності блокувати УФ-випромінювання. SLN, використувані у сонцезахисних продуктах, можуть містити активний компонент у складі ліпідної матриці, утримуючи його над роговим шаром та зменшуючи проникнення у шкіру, що знижує токсичність та покращує ефект.

NLC у сонцезахисних рецептурах особливо перспективні у вигляді гідрогелю – це дозволяє обійти їх нерівномірний (через малий розмір) розподіл на шкірі та проблеми, пов'язані з кристалізацією та подразненням. Наприклад, гідрогель з NLC з оксибензоном дозволив підвищити SPF у шість разів. У той же час, NLC можна використовувати лише у сонцезахисних рецептурах із SPF до 30, оскільки неможливо включити велику кількість УФ-фільтрів та одночасно отримати рецептуру, придатну для розподілу на шкірі.

Антивікові продукти. Поширені компоненти продуктів проти старіння, такі як, наприклад, антиоксиданти, часто зустрічаються з проблемами стабільності, низької розчинності у воді та біодоступності. Інкапсулювання біологічно активних продуктів у SLN та NLC покращує їх стабільність, розчинність та здатність проникати у глибокі шари шкіри. Інкапсуляція у SLN антиоксидантів, таких як коензим Q10 та ресвератрол, запобігає їх деградації та продовжує їх ефективність, мінімізуючи прояви старіння. У свою чергу, ретинол у вигляді NLC демонструють вищу стабільність, тривале вивільнення та значний ефект проти зморшок, а також характеризуються порівняно меншою здатністю викликати подразнення.

Також для антивікових формул важливим є збереження та відновлення *зволоженості* шкіри. Ліпідні наночастинки сприяють підвищенню еластичності шкіри завдяки своїй здатності збільшувати її зволоження; тому їх можна використовувати в антивікових формулах. Відомо, що після місцевого

застосування SLN та NLC утворюють гідрофобну плівку з оклюзійними властивостями. Внаслідок зміцнення ліпідного бар'єру запобігається втрата трансепідермальної води та збільшується зволоженість шкіри. При порівнянні різних рецептур NLC було виявлено, що коефіцієнт оклюзії покращується зі збільшенням вмісту олії (до 60% зменшення TEWL), а завдяки додаванню пропіленгліколю або лецитину формули демонстрували підвищену фізичну стабільність.

Освітлення шкіри. Як NLC, так і SLN є перспективними носіями засобів для зменшення гіперпігментації. Вони підвищують розчинність, стабільність та біологічну доступність таких освітлювальних компонентів, як феніетилрезорцинол, вітамін С, арбутин та койєва кислота.

Засоби проти акне. Інкапсуляція у тверді ліпідні наночастинки та наноструктуровані ліпідні носії покращує проникнення у шкіру, забезпечує регульоване вивільнення, покращує переносимість та підвищує лікувальний ефект засобів проти акне. Застосування SLN та NLC в якості носіїв дозволяє уникнути таких поширених побічних ефектів, як сухість, дискомфорт та запалення. Наприклад, тверді ліпідні наночастинки, навантажені ізотретиноїном, продемонстрували високу стабільність та потужну активність проти акне без виникнення запалення шкіри, властивого комерційно доступним продуктам. SLN-гель для місцевої доставки ізотретиноїну та α -токоферолу ацетату характеризувався уповільненим вивільненням препарату також без подразнення. Гель з SLN, навантаженими адапаленом, продемонстрував ефективну місцеву доставку без потрапляння препарату в кровотік, тим самим мінімізуючи побічні ефекти адапалену, а також – антимікробні властивості, порівнювані з комерційною рецептурою, що містить адапален з кліндаміцином.

NLC, завантажені азелаїновою кислотою та представлені у формі гелю, дозволили вирішити проблему поганої розчинності у воді та низької біодоступності азелаїнової кислоти. Згідно з дослідженнями, гель NLC є дуже перспективним засобом для покращення впливу азелаїнової кислоти на тканини

та її ефективності без шкоди для її терапевтичного профілю проти акне або безпеки.

Також NLC продемонстрували свою ефективність у *засобах проти розацеа*. Катіонна формула NLC, насичена дапсоном, покращила дію проти розацеа, збільшила кількість дапсону, що затримується в шкірі з контрольованим вивільненням, та збільшила її проникність для шкіри.

Догляд за волоссям. Наночастинки, такі як тверді ліпідні наночастинки та наноструктуровані ліпідні носії, можуть бути перспективним варіантом для засобів для догляду за волоссям та засобів проти випадіння волосся. Засоби проти випадіння волосся, інкапсульовані у SLN, продемонстрували таку саму або кращу ефективність, як і в розчині, а також меншу кількість побічних ефектів, прийнятну стабільність та потенціал до пролонгованої дії. NLC (розмір 200 нм), навантажені фінастеридом та міноксидилом, ефективно досягали дерми та волоссяних фолікулів, але не продемонстрували системного поглинання.

Парфуми та інсектециди. Завдяки своїм адгезивним властивостям та можливості пролонгованої дії, SLN та NLC є чудовими носіями парфумів та засобів від комах.

Інше. Антиоксиданти, інкапсульовані у ліпідні наночастинки, демонструють підвищену стабільність, покращене проникнення у шкіру та мають тривалий час вивільнення. Це сприяє тривалому захисту шкіри від окислювального стресу. NLC демонструють високу ефективність у захопленні та здатність до пролонгованого вивільнення природних сполук: нарингеніну, нордигідрогвайаретової кислоти та кемпферолу. За допомогою наноструктурованих ліпідних носіїв також вирішено проблему низької розчинності та поганої стабільності ферулової кикслоти. SLN, насичені природними антиоксидантами (кверцетин, лютеолін), демонструють збільшення рочинності та підвищення проникності кверцетину та лютеоліну до шкіри у 19 разів.

У складі косметичних засобів ліпідні наночастинки можуть використовуватися для зменшення забарвлення активних сполук (наприклад, жовтого коензиму Q10). Крім того ліпідні носії мають протиковзні властивості (завдяки сферичній формі частинок) та здатність створювати механічний бар'єр на шкірі. Їх можна використовувати для подразненої та схильної до алергії шкіри.

Нанокapsули та наносфери як носії косметичних активів

Полімерні наночастинки можуть бути синтезовані з використанням природних або синтетичних полімерів. Серед синтетичних полімерів використовуються біологічно розкладні аліфатичні поліефіри (полімолочна кислота (PLA), полі(молочна-со-гліколева кислота) (PLGA) і полікапролактон (PCL)), біосумісні поліакрилати та похідні целюлози, природні полімери включають хітозан, альгінат і желатин. Використання сировини, отриманої з природних джерел, набуває все більшого поширення, оскільки вона вважається більш безпечною та екологічно чистою. Такі наночастинки в основному використовуються для інкапсуляції хімічно лабільних (антиоксидантів і ретиноїдів), погано розчинних у воді (органічні фільтри) і летких (віддушки) сполук. Крім того, вони, як правило, забезпечують тривале вивільнення завантажених активних молекул, подовжуючи їх корисні ефекти.

Залежно від компонентів рецептури та методів приготування можна отримати дві різні системи: нанокapsули та наносфери.

Нанокapsули (рис. 1.5) – це резервуари або нановезикули розміром менше 1 мкм (ідеальний діаметр від 100 до 500 нм). Вони складаються з полімерної матриці, яка утворює оболонку, і рідкого ядра, як правило, наповненого олією і стабілізованого поверхнево-активним покриттям, речовини якого, можуть бути більш гідрофільними або більш ліпофільними. У цю систему можна включати як тверді, так і рідкі компоненти. У більшості випадків внутрішнє ядро вміщує біоактивний агент, тоді як полімерна оболонка контролює його вивільнення.

Крім того, активні речовини можуть бути адсорбовані на полімерній матриці залежно від її розчинності. Жиророзчинні речовини легко розчиняються в ядрі, тоді як амфифільні речовини матимуть більшу спорідненість до полімерної матриці. Тобто, нанокапсула – це система резервуарного типу.

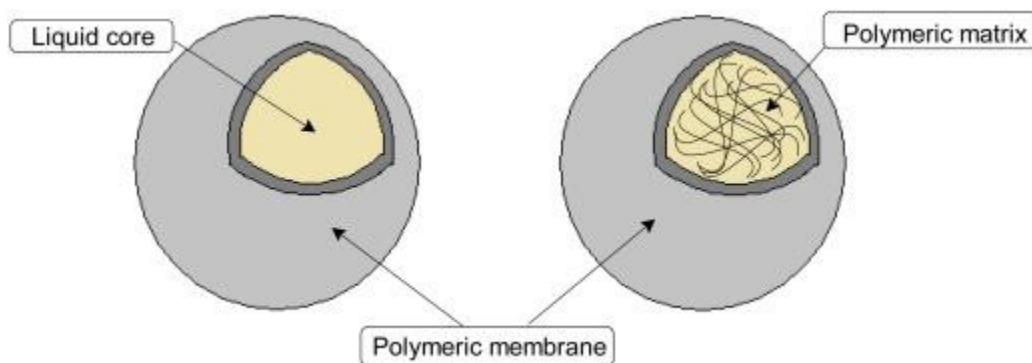


Рис. 1.5. Різні типи нанокапсул [джерело: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-42868-2.00008-5>]

На розмір нанокапсул безпосередньо впливають такі фактори, як параметри процесу, тип полімеру, кількість ПАР та ступінь її гідрофільності/гідрофобності. Матеріали, з яких виробляються нанокапсули, повинні бути біосумісними та біологічно розкладаними. Для синтезу нанокапсул широко використовуваними є полімолочна кислота, полігліколева кислота, похідні целюлози (гідроксипропілметилцелюлоза), хітозан тощо.

Наносфери – це кристалічні або аморфні сферичні наночастинки з розміром менше за 1 мкм. Вони є матричними системами, що утворюються з полімерної матриці, яка складається із полімеру або суміші полімерів для отримання різних властивостей. Матриця наносфер – це безперервна полімерна мережа, де активна речовина (речовини) включена всередину або адсорбована на поверхні. У складі наносфер використовують ті самі полімери, що і у нанокапсулах. У залежності від типу використовуваного полімеру, наносфери можуть бути біорозкладними (на основі желатину, модифікованого крохмалю, альбуміну) та такі, що не піддаються біологічному розкладанню (полімолочна

кислота). У ядро (матрицю) наносфер можуть бути включені різноманітні сполуки, у тому числі ферменти.

Головною метою розробки наносфер є зменшення розміру частинок та локально-специфічна дія препарату шляхом регульованого та контрольованого вивільнення активного інгредієнту. Ультракрихітний об'єм сприяє глибокому проникненню наносфер, а модифікація поверхні за допомогою лігандів, контрольоване вивільнення та можливість створення біорозкладних частинок покращують ефективність та безпеку застосування.

Отримання нанокапсул та наносфер здійснюються переважно однаковими методами. Сьогодні існують різноманітні способи виготовлення цих наночастинок: емульсійна полімеризація, випаровування або витіснення розчинника, фазової інверсії тощо. Здебільшого ці методи базуються на полімеризації *in situ*, наноосажденні попередньо сформованих полімерів, емульгуванні-дифузії та емульгуванні-випаровуванні розчинника. Основна відмінність між ними полягає в тому, що для отримання нанокапсул використовується масляна речовина, а при приготуванні наносфер така речовина відсутня.

Нанокапсули з водним ядром розроблені для інкапсуляції гідрофільних молекул. Ядро таких нанокапсули складається з рідкого водного розчину, зазвичай, оточеного тонкою полімерною оболонкою. Переваги такої структури для інкапсуляції гідрофільних молекул полягають у:

- високій ефективності інкапсуляції активного компонента через оптимізовану розчинність у ядрі та низький вміст полімерів у порівнянні із наносферами;
- зменшення подразнення тканин у місці нанесення;
- захист активного компонента від деградації.

Нанокапсули з водним ядром зазвичай виготовляються двостадійним методом. Спочатку створюються водні краплі у безперервній органічній фазі, а потім – полімерна оболонка. Для формування водних шаблонів

використовуються чотири основні системи: емульсії в/о, емульсії в/о/в, мікро- та наноемульсії в/о. Кожен шаблон має певні переваги та недоліки.

Кількість інкапсульованого компоненту залежить від таких факторів, як: фізико-хімічні характеристики сполуки, рН середовища, характеристики поверхні наночастинок або природа полімеру, кількість активного компоненту, доданого до препарату, порядок додавання засобу до препарату (до або після формування наноструктур), природа використаної олії (у випадку наноканкул), а також тип поверхнево-активної речовини, адсорбованої на полімерній поверхні. Змінюючи характеристики поверхні частинок, можна отримати різні швидкості асоціації АФІ шляхом адсорбції при однаковій початковій концентрації. Цей параметр дуже важливий для визначення здатності продовжити час дії препарату. Щодо наносфер, описані різні форми асоціації АФІ. Наприклад, активний компонент може бути розчинений або диспергований у полімерній матриці або може адсорбуватися на полімері. Наноканкули переважно містять ліпофільні сполуки, розчинені в масляному ядрі, охопленому полімерною мембраною, але також можуть бути адсорбовані на поверхні частинки. (рис. 1.6).

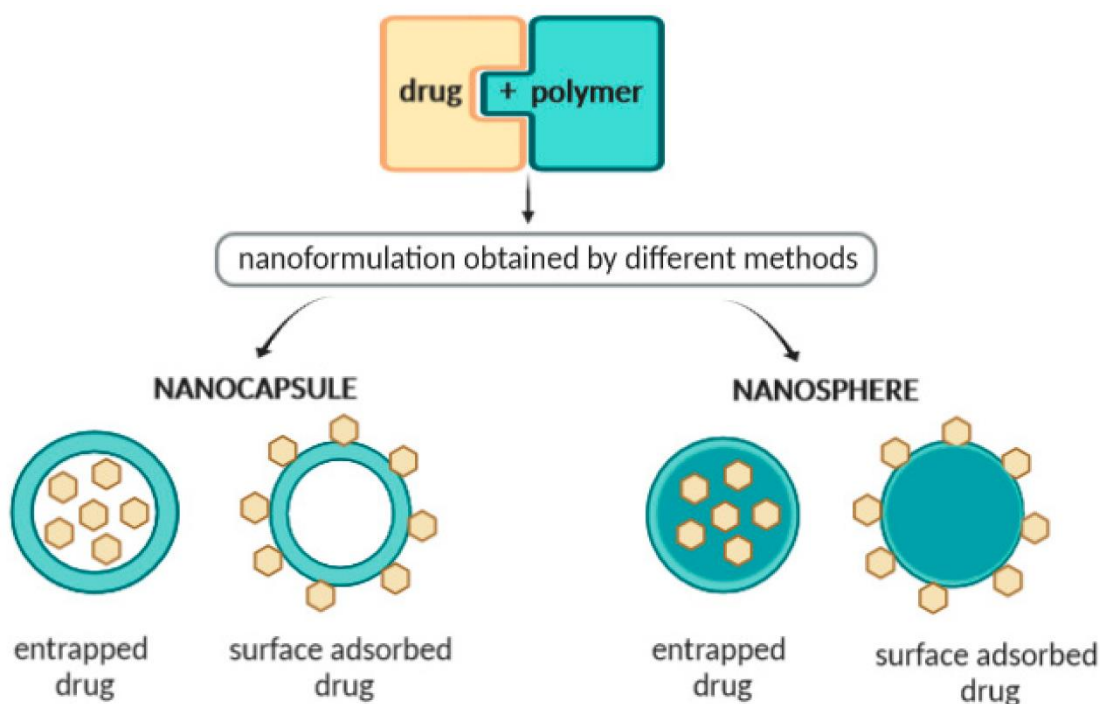


Рис. 1.6. Різні можливості асоціації АФІ з наносферами та наноканкулами

[джерело: <https://doi.org/10.3390/molecules25163731>]

Використання нанокапсул. У косметичних рецептурах нанокапсули застосовуються переважно як резервуар для пролонгованого вивільнення активних речовин, для захисту компонентів від окислювальних та інших процесів, для маскуванню неприємних запахів і пом'якшення проблем несумісності між різними компонентами в рецептурах. Також нанокапсули можуть використовуватися у сонцезахисних кремах, антивікових засобах (вітамін А), для подовження приємного запаху тощо.

Відомі приклади інкапсуляції до нанокапсул вітаміну Е, пантенолу та інших сполук. Щоб перемістити ретинол у найглибші шари шкіри, L'Oreal використала полімерні нанокапсули.

Ефірні олії – складні комплекси надзвичайно летких та вразливих ліпофільних сполук. Завдяки приємному аромату та антибактеріальній активності, вони знаходять широке застосування у сегменті натуральної косметики. Вони можуть бути вміщені у ядро нанокапсул, завдяки чому підвищується їх стабільність, досягається пролонговане вивільнення.

Альфа-ліпоева кислота в нанокапсулах ефективна як для профілактики, так і для корекції ознак старіння. Технологія наноінкапсуляції захищає активну речовину від деградації, значно підвищуючи її фізико-хімічну стабільність. Косметичні засоби з такою формою ліпоевої кислоти є більш стабільними та мають покращені органолептичні властивості: вони менш липкі, не залишають жирного блиску та позбавлені специфічного запаху.

Суспензії полімерних нанокапсул можна наносити на шкіру безпосередньо або можна злити в напівтверді системи та використовувати як носії. Рівень проникнення через шкіру можна регулювати за допомогою полімерів і ПАР у складі. Наприклад, нанокапсули забезпечують проникнення через обмежену кількість шарів шкіри таких сполук, як УФ-фільтри, але можуть бути використані і для доставлення у глибокі шари дерми таких речовин, як геністеїн.

Після місцевого застосування нанокапсул утворюється легка плівка на шкірі, яка випаровується при контакті з водою.

Розроблені нанокапсули, що реагують на стимули. При нанесенні на шкіру такі фактори, як зміна рН та присутність ферментів, змушують їх вивільняти свої активні інгредієнти на певній ділянці шкіри.

Використання наносфер. Наносфери в косметичній промисловості використовуються у засобах догляду за шкірою для доставки активних інгредієнтів у глибокі шари шкіри та більш точного та ефективного надання їхнього корисного впливу на певні ділянки шкіри. Також вони можуть бути використані для пролонгованого вивільнення активних речовин та запахних сполук. Основними галузями застосування наносфер є антивікові, зволожувальні, сонцезахисні засоби та засоби проти акне. Часто вони використовуються у таких засобах для догляду за шкірою, як креми проти зморшок та прищів, зволожуючі креми, у яких забезпечують глибоке проникнення та цілеспрямовану доставку ліків. Також наносфери відіграють сприятливу роль у захисті від актинічного старіння.

Відомі приклади інкапсуляції у наносфери рослинних екстрактів (*Canadian Willow, Camellia sinensis*), оливкової олії, вітаміну Е, гіалуронової кислоти, УФ-фільтрів тощо. За допомогою наносфер, отриманих з тирозину, оптимізованих для інкапсуляції гідрофобних сполук, адапален був доставлений до волосяних фолікулів та епідермісу навіть у зниженому дозуванні порівняно з комерційно доступним продуктом.

Вивільнення активних речовин з наносфер відбувається повільно, оскільки розчинення вмісту відбувається в біологічній рідині.

Порівнюючи наносфери та нанокапсули як компоненти косметичних формуляцій, варто виділити наступні відмінності:

- **структурні:** нанокапсули – це система ядро-оболонка, причому ядро може бути і рідким, і твердим; актив може бути вміщений у ядро (переважно) або абсорбований на поверхні (дуже рідко). Наносфери ж – це

суцільні частинки, актив розподілений або в усьому об'ємі частинки, або на її поверхні.

- **вміст активного компонента:** у нанокапсулах вище, ніж у наносферах;
- **вивільнення:** у наносферах вивільнення відбувається повільніше (матрична система), ніж у нанокапсулах;
- **використання:** наносфери оптимальні для забезпечення рівномірного повільного вивільнення (продлонгація ефекту), нанокапсули – для завантаження великих кількостей чутливих молекул (захист, доставка).

Дендримери – сучасні молекулярні носії в косметичних формулах

Інтенсивний розвиток хімії полімерів у другій половині ХХ ст. дав можливість створити різні полімерні композиції з новою архітектурою і унікальними фізико-хімічними властивостями. Один з напрямів цього розвитку призвів до синтезу полімерів, будова яких нагадувала корали або дерева. Такі полімери назвали *надрозгалуженими (каскадними)*. Ті з них, які мають регулярні розгалуження, назвали *дендримерами*.

Дендримери – це клас синтетичних, нанорозмірних, гіперрозгалужених макромолекул, побудованих шляхом послідовного додавання розгалужених одиниць на ініціаційному ядрі з радіальною тривимірною структурою. Термін «дендример» походить від грецького терміна *dendron*, що означає «дерево», що є логічним з огляду на їхню типову структуру з низкою розгалужених одиниць. Дендримери визначаються як синтетичні макромолекули, що характеризуються високими точками розгалуження, тривимірною глобулярною формою, монодисперсністю та нанометричним діапазоном розмірів. У літературі їх також широко називають «каскадними молекулами», «арборолами», «дендритними молекулами».

Базова структура дендримера (рис. 1.7) складається з трьох основних компонентів: молекули ініціаційного ядра, внутрішніх повторюваних

розгалужених одиниць, приєднаних до центрального ядра, та термінальних модифікованих функціональних груп.

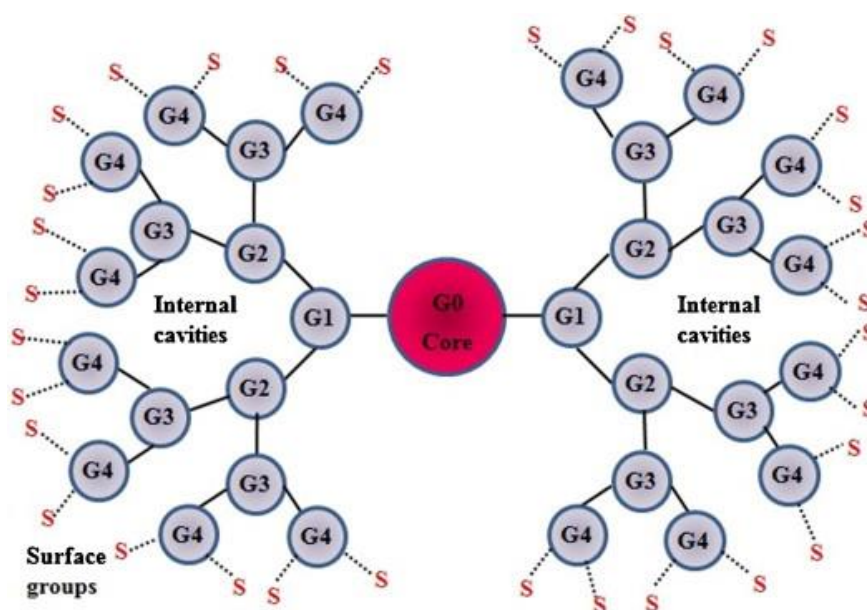


Рис. 1.7. Структура дендримера [джерело:

<https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.07.005>]

Ядро (генерація 0, G0) – молекула або атом-ініціатор, що містить принаймні дві ідентичні хімічні функціональні групи, від яких починається ріст усієї структури. Валентність ядра безпосередньо визначає швидкість формування платформи та щільність гілок. Використання специфічних молекул ядра, таких як порфірини, може надати наноносію властивостей флуоресценції або фотосенсибілізації. Ядра на основі циклофанів дозволяють створювати порожнини для специфічного інкапсулювання.

Внутрішні гілки відіграють роль структурного каркаса, що визначає об'єм, форму та внутрішнє мікросередовище макромолекули. Кожне наступне додавання шару розгалужених одиниць формує нову генерацію (G1, G2, G3 і так далі). Кожна нова генерація до експоненціального збільшення кількості термінальних функціональних груп на поверхні та приблизного подвоєння молекулярної маси. Крім того, змінюється форма: якщо нижчі покоління (G0–

G2) мають переважно пухку, відкриту та асиметричну форму, то вищі покоління (зазвичай починаючи з G3–G4) через сферичне скупчення гілок набувають компактної глобулярної (сферичної) конфігурації. Діаметр дендримерів зростає лінійно з кожним поколінням, але дендримери не можуть рости нескінченно: існує критичний стан, коли через брак вільного простору на периферії подальше приєднання мономерів стає неможливим.

Термінальні функціональні групи розташовані на периферії (поверхні) макромолекули, визначають її взаємодію із зовнішнім середовищем та перетворюють дендример на багатофункціональну платформу. Кількість термінальних груп зростає з кожним поколінням. Термінальні групи є вирішальними у формуванні основних характеристик наноносія, таких як розчинність, реакційна здатність, в'язкість. Однією з найважливіших функцій термінальних груп є можливість їхньої модифікації для покращення властивостей платформи, зокрема ПЕГілювання, приєднання специфічних лігандів, ацетилювання та глікозилювання тощо.

Дендримери пропонують величезний хімічно різноманітний масив сполук з обмеженими типами ініціаторних ядер та розгалужених одиниць. Комбінації центральних ядер та повторюваних одиниць відіграють кілька важливих ролей у визначенні характеристик дендримерів, включаючи молекулярну масу, розмір, форму, щільність, полярність, гнучкість та розчинність. З 1980-х років було синтезовано та використано різноманітні типи дендримерів (рис. 1.8, табл. 1.1). Основними з них є поліамідоамінні (ПАМАМ, РАМАМ), поліпропіленоімінні (ППІ, РРІ), фосфорні, карбосиланові та полілізинові дендримери.

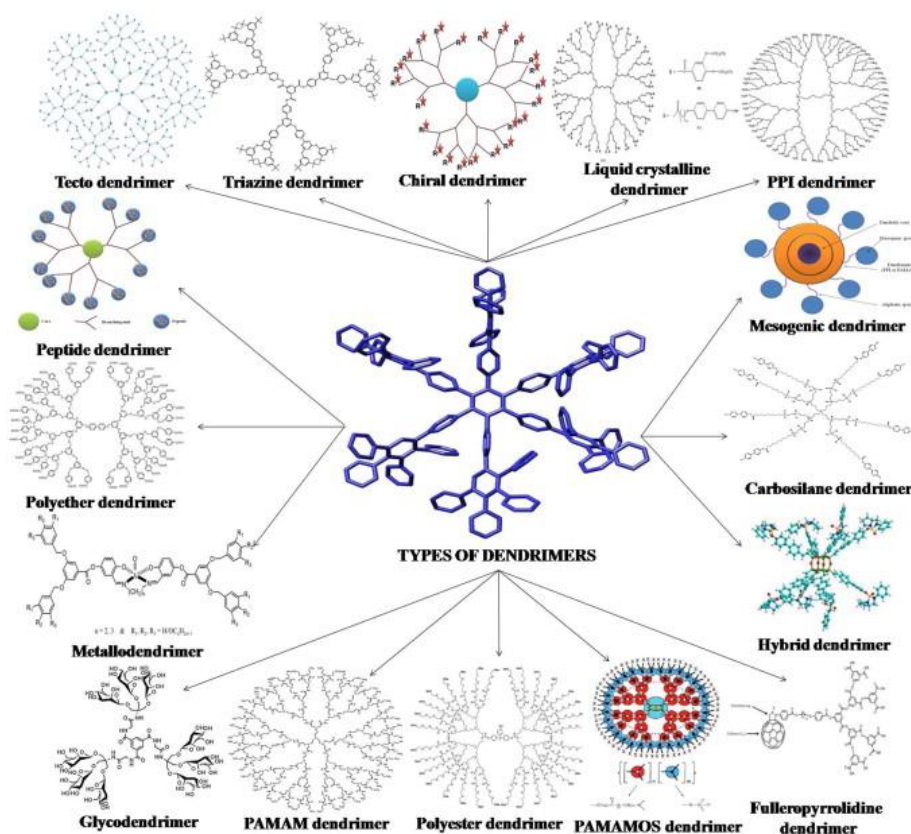


Рис. 1.8. Різні типи дендримерів [джерело: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.07.005>]

Таблиця 1.1

Основні типи дендримерів, їх ключові властивості та застосування

Тип дендримера	Хімічна природа гілок / структури	Ключові властивості	Сфери застосування
PAMAM	Поліамідоамінні гілки (метилакрилат та етилендіамін)	Монодисперсність, нанорозмір, висока гідрофільність, катіонна природа (позитивний заряд поверхні), гідрофобна внутрішня порожнина, висока здатність до навантаження ліками	Наномедицина (рак, артрит), доставка ліків (доксорубіцин, метотрексат, флурбіпрофен, цисплатин), генна терапія (siRNA, плазмідна ДНК), візуалізація (MPT), сенсори, діагностика, косметика
PPI	Поліпропіленіміні одиниці	Висока гідрофільність, катіонна поверхня,	Доставка ліків (рифампіцин, ефавіренц,

Тип дендримера	Хімічна природа гілок / структури	Ключові властивості	Сфери застосування
	(алкільні ланцюги з імінними зв'язками)	внутрішні порожнини (більш гідрофобні, ніж у РАМAM), рН-залежна конформація, висока стабільність	паклітаксел), антимікробні та протигрибні засоби, генотерапія, анти-VІІ агенти, сенсори
PLL (Полілізинові)	Пептидні гілки на основі амінокислоти L-лізину	Біодеградабельність, біосумісність, хіральність, асиметричне розгалуження, катіонні кінцеві групи, висока ангіогенна активність при кон'югації з доксорубіцином	Біомедицина, доставка генів, антимікробні та антивірусні агенти (VivaGel), доставка ліків у легені, пептидні антигени
Полієфірні дендримери (на основі bis-MPA)	Складноефірні зв'язки (2,2-біс(гідроксиметил)пропіонова кислота)	Чудова біодеградабельність (через гідроліз ефірних зв'язків), низька токсичність (нейтральний заряд), висока розчинність, чутливість до стимулів	Доставка протипухлинних ліків (доксорубіцин), наномедицина, косметика (засоби для стайлінгу волосся)
Дендримери Януса (Janus)	Асиметрична структура з двома типами дендронів (наприклад, гідрофільні та гідрофобні блоки)	Анізотропія, амфіфільність, здатність до самоскладання в міцели або дендримерсоми	Таргетна доставка, ко-доставка ліків (доксорубіцин та 5-фторурацилу), доставка мРНК, антибактеріальні нанореактори, моделювання клітинних мембран
Супрамолекулярні дендримери	Нековалентні взаємодії (водневі зв'язки, пі-пі стекування, координація металів, гідрофобні взаємодії)	Зворотність структури, здатність до стимульованого відгуку (рН, температура), легка модифікація	Інкапсуляція гостьових молекул, контрольоване вивільнення ліків, біовізуалізація (SPECT), доставка нуклеїнових кислот

Тип дендримера	Хімічна природа гілок / структури	Ключові властивості	Сфери застосування
Фосфоровмісні дендримери	Гілки містять атоми фосфору	Висока термічна та хімічна стабільність, можливість багатофункціоналізації (до 750 груп), специфічна хімічна природа	Наномедицина, доставка ліків, каталіз, матеріалознавство, розробка нових терапевтичних агентів
Пептидні дендримери	Амінокислотні послідовності	Біодеградабельність, біоміметичність	Доставка генів, вакцини (MAP), біокатализатори
Глікодендримери	Вуглеводні залишки (манноза, галактоза, лактоза) на периферії	Здатність до молекулярного розпізнавання лектинів, покращена біосумісність	Таргетна доставка ліків до печінки або макрофагів
Карбосиланові дендримери	Кремнійвмісні структури з Si-C зв'язками	Стабільні наноструктури, можливість створення катіонних або поліаніонних (сульфонатних) форм	Антивірусна терапія (ВИЛ), доставка нуклеїнових кислот, мікробіциди
Поліфеніленові (стабільно-формені)	Феніленові одиниці (sp ² -гібридизований вуглець)	Жорстка структура, термічна та хімічна стійкість, висока електронна мобільність, стійкі внутрішні порожнини	Мультихроміформні системи, розпізнавання ДНК, капсуляція гостей, сенсори вибухівки
Металодендримери	Містять іони металів (рутений, мідь, золото)	Цитотоксичність до ракових клітин, електрохімічна активність	Протипухлинна терапія, каталіз, сенсори
Ротаксанові дендримери	Інтерлоковані молекули (кільця на осях) у структурі	Здатність до стимульованого руху (розширення/стиснення), молекулярна перемикаємість	Молекулярні машини, штучні м'язи, збір світлової енергії
РАМАМОС (РАМАМ-органосиліконові)	Ядро РАМАМ та гідрофобна	Інвертовані унімолекулярні міцели,	Електроніка, каталіз, нанолітографія

Тип дендримера	Хімічна природа гілок / структури	Ключові властивості	Сфери застосування
	органосиліконов а оболонка	висока структурна стабільність	
Текто-дендримери (Core-shell)	Агрегати дендримерних блоків, з'єднаних ковалентно	Високоупорядкована структура, великий розмір	Наномедицина, багатофункціональна доставка ліків та візуалізація
Рідкокристалічні (LC) дендримери	Мезогенні одиниці в гілках або на периферії	Здатність утворювати мезофази, фоточутливість	Біомедицина, доставка siRNA
РЕНАМ (поліефіргідроксил амін)	Ефірні та гідроксиламіні зв'язки	Висока розчинність, низька в'язкість	Сільське господарство (агрохімікати), підвищення розчинності ліків

Дендримери належать до групи наноносіїв, призначених для поліпшення розчинності у воді, фармакодинаміки, фармакокінетики та біологічної доступності. Розбіжності в налаштуванні дендритних структур забезпечують унікальну платформу та каркас для доставки АФІ при різних типах захворювань. Також дендримери демонструють потенціал для приготування сучасних косметичних рецептур, інкапсуляції косметичних агентів, успішної доставки шкірних рецептур через шкіру, підвищення розчинності та біологічної доступності.

Косметичні рецептури стикаються з проблемами розчинності, стабільності та проникнення через шкіру. Одним з основних складних факторів є вивільнення активних компонентів, яке може залежати від системи носія та селективності шкірного бар'єру. Було помічено, що багато косметичних активних речовин не здатні проникати через роговий шар шкіри. Ці проблеми можуть бути вирішені за допомогою дендримерів.

Розчинність. Властивості дендримерів РАМАМ варіюються залежно від їхнього покоління та типу поверхні. Дослідження впливу цих полімерів на розчинність рибофлавіну (вітаміну В2) у метанолі продемонструвало позитивну

кореляцію: здатність до розчинення зростає в ряду $G2 < G2,5 < G3 < G3,5 < G4$. Під час аналізу трансдермального проникнення сумішей крізь PVDF-мембрани та шкіру свинячого вуха було встановлено, що найефективнішими енансерами (підсилювачами) для вітаміну В2 є водорозчинні дендримери поколінь G2 та G3. Це робить їх перспективними компонентами для сучасних дерматологічних та косметичних емульсій.

Завдяки гіперрозгалуженій архітектурі дендримери здатні як фіксувати активні компоненти на зовнішньому шарі, так і інкапсулювати їх у внутрішніх порожнинах. Саме ця мультифункціональність зумовлює високу затребуваність дендримерів як систем доставки. Зокрема, їх використання дозволяє суттєво збільшити концентрацію ресвератролу у водних розчинах, підвищуючи його стабільність та розчинність. Дослідження підтверджують, що комплекси "ресвератрол-дендример" покращують трансдермальне проникнення активу, що робить їх перспективною основою для антивікових засобів місцевої дії

В'язкість. Одним з важливих факторів дендримерів, який може виділити їх як значну перевагу для розробників косметичних рецептур, є їхня власна в'язкість. Власна в'язкість дендримерів не збільшується лінійно зі збільшенням молекулярної маси дендримеру.

Проникнення у шкіру. Дендримери досліджувались для підвищення проникності шкіри для косметичних активних компонентів. Маючи надзвичайно малий розмір (2–20 нм), вони мають дуже високу проникність через шкіру та можуть доставляти косметичний агент, який легко завантажується в ядро. Біокон'югати дендримерів РАМAM можуть підвищувати біодоступність вітамінів А та В6 (транс-ретиналю, піридоксалю та піридоксальфосфату), які є важливим компонентом більшості косметичних кремів для догляду за шкірою. Вони також використовуються як носій для покращення проникнення вітамінів у глибші шари шкіри.

У дослідженні дитранолу як одного з важливих місцевих засобів для лікування псоріазу, дендримери G4 РАМAM були включені до гелевої

формуляції на основі мікрогубки. Найкраща формуляція мікрогубки була стабільною та не подразнювала шкіру при нашкірному нанесенні дитранолу. Крім того, вона продемонструвала пролонговане проникнення препарату через шкіру.

Згідно з патентними матеріалами, у косметичних засобах дендримери використовують L'Oreal (поліефірні дендримери з термінальною гідроксильною функціоналізацією), Revlon (поліамідоамінові дендримери), Unilever, Wella. Одним із таких прикладів є запатентований карбосилоксановий дендример, який стійкий до води та олії та надає шкірі та волоссю блискучого вигляду. Крім того, також повідомлялося про їх використання у формулюванні шампунів, гелів для волосся, сонцезахисних кремів, спреїв-гелів, лосьйонів та засобів проти акне.

Тести для самоконтролю

1. Яка наночастинка визначається як сферична частинка з ліпідним шаром навколо ядра, що складається з твердих ліпідів (за кімнатної температури), розміром від 40 до 1000 нм?
 - A. Тверда ліпідна наночастинка
 - B. Наноструктурований ліпідний носій
 - C. Дендример
 - D. Наносфера
 - E. Етосома
2. Яка основна структурна відмінність між твердими ліпідними наночастинками (SLN) та наноструктурованими ліпідними носіями (NLC)?
 - A. NLC містять суміш твердих і рідких ліпідів, тоді як SLN складаються лише з твердих ліпідів
 - B. SLN призначені лише для гідрофільних речовин, а NLC — для ліпофільних.

- C. NLC мають розмір частинок понад 100 нм, а SLN завжди менші за 100 нм.
- D. SLN мають полімерну оболонку, а NLC - лише ліпідне ядро.
- E. NLC містять у своїй структурі етанол, а SLN - холестерин

3. Чому SLN та NLC ефективні у сонцезахисних засобах?

- A. Вони перетворюють УФ-випромінювання на видиме світло
- B. Вони діють як фізичні фільтри та дозволяють зменшити концентрацію хімічних УФ-фільтрів
- C. Вони дозволяють створювати засоби з SPF понад 100 без подразнення
- D. Вони повністю розчиняють меланін шкіри, посилюючи засмагу
- E. Вони діють як хімічні УФ-фільтри та потребують додавання фізичних фільтрів

4. Який шлях проникнення ліпідних наночастинок дозволяє їм обійти роговий шар і досягти дерми?

- A. Шляхом повного розчинення кератиноцитів
- B. Через пряме пошкодження епідермісу
- C. Фолікулярний шлях (через волосяні фолікули)
- D. Виключно через потові залози
- E. Активація специфічного білка-переносника

5. Яка наночастинка представляє собою везикулярну структуру розміром 100-500 нм з полімерної матриці-оболонки та рідкого олійного ядра?

- A. Нанокapsула
- B. Наносфера
- C. Тверда ліпідна наночастинка
- D. Дендример

Е. Фулерен

6. До якого типу систем належать нанокапсули за своєю структурою?
- А. Системи резервуарного типу
 - В. Тверді жирові сфери
 - С. Гіперрозгалужені макромолекули
 - Д. Матричні системи
 - Е. Металеві наночастинки
7. У чому полягає основна відмінність у вивільненні активної речовини між наносферами та нанокапсулами?
- А. Наносфери вивільняють весь вміст миттєво при контакті з водою.
 - В. Нанокапсули вивільняють актив тільки під дією ультрафіолету
 - С. Вивільнення з обох систем є абсолютно однаковим і не залежить від структури
 - Д. З наносфер вивільнення зазвичай відбувається повільніше через матричну структуру
 - Е. З нанокапсул вивільнення відбувається повільніше через структуру оболонки
8. Що таке дендримери з точки зору хімічної структури?
- А. Природні ліпіди, що утворюють бішарові везикули
 - В. Нанорозмірні гіперрозгалужені макромолекули з тривимірною глобулярною формою
 - С. Кристалічні наносфери з неорганічних матеріалів
 - Д. Емульсії типу «вода-в-олії-в-воді», стабілізовані полімерами
 - Е. Природні полісахариди, що утворюють прості сіткоподібні структури

9. Що вважається ядром дендримера?
- A. Частинка-ініціатор, від якої починається ріст структури
 - B. Інкапсульована лікарська чи косметична речовина
 - C. Термінальні групи
 - D. Сферичне скупчення гілок
 - E. Повітряний простір, вільний від включень
10. Де саме можуть накопичувати активні компоненти дендримери?
- A. Лише на зовнішньому шарі
 - B. Лише у внутрішніх порожнинах
 - C. Як на зовнішньому шарі, так і у порожнинах
 - D. Лише у рідкому ліпідному ядрі
 - E. Лише у твердій полімерній матриці

Список використаної літератури

Нормативно-законодавчі документи

1. Технічний регламент на косметичну продукцію [Електронний ресурс].
– Режим доступу: <https://bit.ly/3B2YpPK>

Основна

2. Заячук, Д. М. Нанотехнології в медицині та біології : навч. посібник. -
Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. – 304 с.

Додаткова

3. Advancing lipid nanoparticles: A pioneering technology in cosmetic and dermatological treatments [Електронний ресурс] / A. Pareek, D. Kapoor, S. Yadav et al. // Colloid and Interface Science Communications. – 2025. – Vol. 64. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2024.100814>

4. Combination of lipid-based nanoparticles with microneedles as a promising strategy for enhanced transdermal delivery systems: A comprehensive review [Електронний ресурс] / M. Gunawan, A. N. Bestari, D. Ramadon et al. // Journal of

Drug Delivery Science and Technology. – 2025. – Vol. 107. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2025.106807>

5. Current Trends on Unique Features and Role of Nanomaterials in Personal Care Products [Электронный ресурс] / N. Rathnasinghe, K. Kaushani, P. Rajarakshe et al. // Cosmetics. – 2024. – Vol. 11, Is. 5. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/cosmetics11050152>

6. Dendrimer-based marketed formulations and miscellaneous applications in cosmetics, veterinary, and agriculture [Электронный ресурс] / A. Chauhan, C. Patil, P. Jain, H. Kulhari // Pharmaceutical Applications of Dendrimers. – Elsevier, 2020. – P. 325–334. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814527-2.00014-7>

7. Dendrimers for drug delivery purposes / J. Pan, S. Attia, N. Filipeczak, V. Torchilin // Nanoengineered Biomaterials for Advanced Drug Delivery. – Elsevier, 2020. – P. 201-242. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102985-5.00010-3>

8. Dhawan S. Cosmetic nanoformulations and their intended use [Электронный ресурс] / S. Dhawan, P. Sharma, S. Nanda // Nanocosmetics. – Elsevier, 2020. – P. 141–169. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822286-7.00017-6>

9. Emerging trends of nanotechnology in advanced cosmetics [Электронный ресурс] / S. Dubey, A. Dey, G. Singhvi et al. // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. – 2022. – Vol. 214. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2022.112440>

10. Kesharwani P. Dendrimer as nanocarrier for drug delivery / P. Kesharwani, K. Jain, N. Jain // Progress in Polymer Science. – 2014. – Vol 39, Is.2. – P. 268-307. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2013.07.005>

11. Nanobiomaterials: Applications in biomedicine and biotechnology / T. Singh, S. Dhiman, M. Jindal et al. // Fabrication and Self-Assembly of Nanobiomaterials. – William Andrew, 2016. – P. 401-429. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-41533-0.00013-1>

12. Nanocarriers in cosmetology [Электронный ресурс] / E. N. Gökçe, E. Yapar, S. Tanrıverdi [et al.] // Nanobiomaterials in Galenic Formulations and Cosmetics. – William Andrew, 2016. – P. 363–393. – DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-42868-2.00014-0>.

13. Nanoparticles for cosmetic use and its application [Электронный ресурс] / B. Chiari-Andréo, M. Almeida-Cincotto, J. Oshiro [et al.] // Nanoparticles in Pharmacotherapy. – William Andrew, 2019. – P. 113–146. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816504-1.00013-2>

14. Nanotechnology in Cosmetics and Cosmeceuticals – A Review of Latest Advancements [Электронный ресурс] / V. Gupta, S. Mohapatra, H. Mishra et al. // Gels. – 2022. – Vol.8, Is.3. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/gels8030173>

15. Nanotechnology-based sunscreens – a review [Электронный ресурс] / A. Paiva-Santos, J. Marto, R. Chá-Chá et al. // Materials Today Chemistry. – 2022. – Vol. 23. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2021.100709>

16. Polymeric Nanoparticles: Production, Characterization, Toxicology and Ecotoxicology [Электронный ресурс] / A. Zielińska, F. Carreiró, A. Oliveira et al. // Molecules. – 2020. – Vol 25, Is. 16. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules25163731>

17. Progress in Polymeric Micelles for Drug Delivery Applications [Электронный ресурс] / S. Kotta, H. Aldawsari, S. Badr-Eldin et al. // Pharmaceutics. – 2022. – Vol. 14, Is. 8. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14081636>

18. Raszewska-Famielec M. Nanoparticles for Topical Application in the Treatment of Skin Dysfunctions – An Overview of Dermo-Cosmetic and Dermatological Products [Электронный ресурс] / M. Raszewska-Famielec, J. Flieger // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Vol. 23, Is. 24. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijms232415980>

19. Recent advances in solid lipid nanoparticles formulation and clinical applications / H. Rouco, P. Diaz-Rodriguez, C. Remuñán-López, M. Landin //

Nanomaterials in Clinical Medicine: Case Studies in Nanomedicines. – Elsevier, 2020. – P. 213-247. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816705-2.00007-2>

20. Role of Nanotechnology in Cosmeceuticals: A Review of Recent Advances [Электронный ресурс] / S. Kaul, N. Gulati, D. Verma et al. // Journal of Pharmaceutics. – 2018. – Vol. 2018. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1155/2018/3420204>

21. Tabarzad M. Dendrimers formulations to enhance skin drug delivery / M. Tabarzad, F. Ghorbani-Bidkorbeh // Dendrimer-Based Nanotherapeutics. – Academic Press. 2021. – P. 399-416. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821250-9.00011-1>

22. The emerging role of nanotechnology in skincare [Электронный ресурс] / L. Salvioni, L. Morelli, E. Ochoa et al. // Advances in Colloid and Interface Science. – 2021. – Vol. 293. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102437>

23. Unravelling the role of solid lipid nanoparticles in drug delivery: Journey from laboratory to clinical trial [Электронный ресурс] / V. Harish, S. Mohd, D. Tewari et al. // Journal of Drug Delivery Science and Technology. – 2023. – Vol. 85. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104616>

24. Vrignaud S. Strategies for the nanoencapsulation of hydrophilic molecules in polymer-based nanoparticles / S. Vrignaud, J. Benoît, P. Saulnier // Biomaterials. – 2011. – Vol. 32, Is. 33. – P. 8593-8604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.07.057>

25. Wissing S. Cosmetic applications for solid lipid nanoparticles (SLN) / S. Wissing, R. Müller // International Journal of Pharmaceutics. – 2003. – Vol. 254, Is. 1. – P. 65-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(02\)00684-1](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(02)00684-1)

26. Xu H. Nanoparticles in the diagnosis and treatment of vascular aging and related diseases [Электронный ресурс] / H. Xu, S. Li, YS Liu // Signal Transduction and Targeted Therapy. – 2022. – Vol. 7. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01082-z>

27. Zielińska A. Solid lipid nanoparticles and nanostructured lipid carriers as novel carriers for cosmetic ingredients [Электронный ресурс] / A. Zielińska, I. Nowak // Nanobiomaterials in Galenic Formulations and Cosmetics. – William Andrew, 2016. – P. 231–255. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-42868-2.00010-3>

Тема 2. Діючі та допоміжні речовини у складі лікувальних, лікувально-профілактичних та гігієнічних косметичних засобів

Форма і тривалість заняття: самостійне (6 години)

Дидактичні цілі та мотивація: узагальнити, поглибити та систематизувати знання фахівців щодо діючих та допоміжних речовин у складі косметичних та лікувально-косметичних засобів. Створити цілісне уявлення про властивості поширених інгредієнтів, сформувані вміння оцінювати склад косметичних засобів та пояснювати споживачам їхні особливості, переваги та недоліки, а також відмінності від інших форм.

Питання для контролю знань:

1. Роль вітамінів у косметичних засобах.
2. Продукти бджільництва у косметичних засобах
3. Компоненти косметичних засобів, отримані з водоростей
4. Біотехнологія у створенні сучасних активних інгредієнтів косметичних засобів.
5. Фільтри як особлива група допоміжних речовин у косметиці.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

Роль вітамінів у косметичних засобах

У сучасній косметології вітаміни посідають особливе місце серед біологічно активних інгредієнтів. Вони представляють собою низькомолекулярні сполуки органічного походження, які здатні регулювати обмінні процеси в шкірі, забезпечувати антиоксидантний захист, брати участь у синтезі структурних білків і ліпідів. Більшість вітамінів не синтезуються в організмі; тому вони повинні надходити з їжею, але не завжди такий шлях дає можливість потрапити їм до шкіри, тому що більшість з них нестабільні. У той

же час, шкіра потребує таких сполук, - вони відіграють ключову роль у боротьбі зі старінням, запаленням, гіперпігментацією та наслідками УФ-пошкодження. Шкіра найбільше страждає від зовнішніх пошкоджень, таких як УФ-випромінювання та забруднювачі навколишнього середовища, які продукують вільні радикали. Місцеве застосування вітамінів допомагає їх нейтралізувати. Крім того, вітаміни приймають участь у стимуляції вироблення колагену, усунення надмірного шкірного сала, поліпшення кератинізації, депігментації та надання протизапального ефекту.

Вітаміни позитивно впливають на стан шкіри та покращують її здоров'я та зовнішній вигляд. Вони безцінні в боротьбі з наслідками старіння шкіри, сприяють нормалізації порушеного балансу шкіри та стимулюють оновлення тканин. Тому все частіше вітаміни стають активними інгредієнтами кремів, масок та інших косметичних препаратів.

Введення вітамінів у рецептуру косметики потребує особливої уваги, адже їхня ефективність безпосередньо залежить від стабільності, правильної концентрації та поєднання з іншими компонентами.

Вітаміни, що широко використовуються в косметичних засобах, включають жиророзчинні (А, D, Е, К) та водорозчинні (група В, С).

Вітамін А належить до групи жиророзчинних вітамінів, представлених у косметиці ретиноїдами – аналогами вітаміну А. До них належать ретинол (вітамін А), ретиналь, ретиноева кислота (АТРА), ретинілові ефіри (ретинілпальмітат та ретинілацетат). Також у косметиці використовують каротиноїди (β-каротин, α-каротин), які представляють собою провітаміни, що перетворюються на активний вітамін А в організмі.

Ретинол є найпоширенішим ретиноїдом у косметиці, але використовується у низьких концентраціях (0,01-0,08%) через ризик подразнення у вигляді еритеми, лущення. Ретиноїди чутливі до кисню та світла, тому не рекомендується наносити їх вдень під прямі сонячні промені. Для підвищення стабільності та проникнення ретиноїдів застосовуються у

ліпосомальних формах та мікроемульсіях. Місцево застосовані ретиноїди поглинаються через епідерміс і дерму, ферментативно перетворюються на ретиноєву кислоту у клітинах шкіри, яка зв'язується з ядерними рецепторами, впливаючи на транскрипцію генів. Ця дія призводить до диференціації кератиноцитів, синтезу колагену та підвищення еластичності шкіри.

Ретиноїди мають декілька механізмів впливу на шкіру, серед яких ключовою є антивікова та фотозахисна дія. Ретиноїди стимулюють вироблення колагену, покращують текстуру, зменшують тонкі лінії та зморшки. Ретинол підвищує товщину епідермісу шляхом індукції проліферації кератиноцитів та сприяє утворенню нових кровоносних судин у дермі. Ретиноїди інгібують активність ферментів, які руйнують колагенові волокна, що призводить до старіння шкіри. Каротиноїди (фітоен та фітофлуен) діють як фотопротектори, поглинаючи УФ-випромінювання.

Деякі ретиноїди (третиноїн та ізотретиноїн) є потужними засобами для лікування акне. Вони діють як комедолітичні агенти, стимулюють проліферацію епідермальних клітин, усувають надлишкове шкірне сало та мають протизапальну дію. АТРА може також застосовуватися для лікування гіперпігментації, зменшуючи активність тирозинази та сприяючи відлущуванню пігментованих клітин. Ретиноїди регулюють процеси кератинізації та диференціації кератиноцитів.

Незважаючи на те, що *вітамін D* має багатофункціональну біоактивність, Європейський Союз забороняє використання вітамінів D2 та D3 у косметиці (Регламент ЄС № 1223/2009). Однак, дозволяється використання провітамінів вітаміну D (7-дегідрохолестеролу) як стабілізатора емульсії та кондиціонуючого компонента. Основні проблеми, пов'язані з використанням вітаміну D у косметиці, включають його низьку стабільність (схильність до деградації під впливом світла, тепла та повітря) та біодоступність при топічному застосуванні.

Іноді у формулах для догляду за шкірою використовується вітамін D3, оскільки він має вищу ефективність і стабільність порівняно з D2. Його додають до кремів, лосьйонів, сироваток для покращення вигляду тонких ліній, зморшок, зменшення запалення та підвищення вологості шкіри. Вітамін D має протизапальні властивості, модулює імунні реакції, що робить його цікавим у лікуванні псоріазу, atopічний дерматит (АД), акне та розацеа. Вітамін D3 підтримує цілісності шкірного бар'єру, сприяючи диференціації кератиноцитів, які формують зовнішній шар. Він також підтримує загоєння ран, стимулюючи проліферацію та міграцію кератиноцитів. Крім того, вітамін D посилює експресію антиоксидантних генів, нейтралізує активні форми кисню та зменшує УФ-індукований окислювальний стрес.

Вітамін E – це група жиророзчинних речовин, що включає токофероли та токотрієноли. Вітамін E є потужним антиоксидантом, який нейтралізує вільні радикали та запобігає перекисному окисненню ліпідів ненасичених жирних кислот у клітинних мембранах. Це захищає епідермальні ліпіди, колаген та еластинові волокна від окислення, зберігаючи еластичність шкіри. Вітамін E заспокоює сонячні опіки та запалення при акне, а також посилює захисні фактори УФ-фільтрів та допомагає запобігти пошкодженню шкіри, індукованому УФ-випромінюванням. Будучи ліпофільною та хімічно нестабільною речовиною з низькою здатністю до проникнення, вітамін E потребує новітніх систем доставки (ліпосоми).

Вітамін K є жиророзчинним вітаміном, який використовується в косметичці завдяки його антиоксидантним властивостям. Вітамін K також допомагає зміцнювати стінки кровоносних судин при топічному застосуванні для зменшення темних кіл під очима (що пов'язані з віковим стоншенням жирової подушки та уповільненням кровотоку).

Вітамін F не є справжнім вітаміном, а представляє собою сукупність поліненасичених жирних кислот, що включає лінолеву, гамма ліноленову та альфа-ліноленову кислоти. Лінолева кислота діє як структурний компонент, що

підтримує належний рівень плинності трансдермального водного бар'єру епідермісу. Тому природні джерела, багаті на Вітамін F (ляна олія, олія зародків пшениці, олія кедрового горіха, мигдаля, гарбуза, насіння чіа), використовуються для живлення, зволоження, відновлення та освіження шкіри.

Водорозчинні вітаміни є великою групою, серед яких найбільш поширеними є вітаміни B, C та інші. Найпопулярнішим у косметичці водорозчинним вітаміном є *вітамін C* (аскорбінова кислота). Вітамін C є потужним антиоксидантом, що нейтралізує активні форми кисню, утворені внаслідок УФ-опромінення, завдяки чому запобігає фотостарінню та еритемі. Він стимулює синтез колагену, посилюючи вироблення лізил- та пролілгідроксилази, які відповідають за стабілізацію та поперечне зшивання молекул колагену. Крім того, він чинить комплексну освітлювальну дію: зменшує синтез меланіну шляхом інгібування ферменту тирозинази та взаємодії з іонами міді в активних центрах тирозинази, а також перетворює меланін на безбарвний лейкомеланін.

Основною проблемою введення вітаміну C до косметичних засобів є його швидка деградація у водному середовищі, при високому рН, а також під дією кисню та іонів металів. Для подолання цієї нестабільності використовуються етерифіковані похідні (магнію аскорбілфосфат) та неводні формули. Також є повідомлення про випадки виникнення алергічного контактного дерматиту, спричиненого використанням відбілюючої косметики, що містить вітамін C.

Вітамін B3 (ніацинамід/нікотинамід) легко поглинається шкірою та має ключовий вплив на шкіру для лікування акне, розацеа та запальних станів шкіри. Вітамін B3 зменшує фотостаріння та гіперпігментацію, збільшує вироблення колагену, що покращує еластичність шкіри та зменшує тонкі лінії, забезпечує фотозахист.

Провітамін B5 (D-пантенол) є біоактивним ад'ювантом, відповідальним за регуляцію шкірного сала, має пом'якшувальний, відновлювальний, зволожувальний та протизапальний ефект. Використовується для догляду за

чутливою, atopічною шкірою та шкірою немовлят, а також у засобах для волосся для стимуляції росту та надання блиску. D-пантенол, як провітамін, легко проникає через шкіру та окислюється до пантотенової кислоти.

Вітамін B1 (тіамін) має протисвербіжну дію та використовується при лікуванні себорейних захворювань та розацеа.

Вітамін B2 (рибофлавін) виявляє протизапальну дію, використовується для лікування себорейних захворювань, розацеа, та уповільнює появу зморшок навколо рота.

Однією з головних проблем використання вітамінів у косметиці є їхня хімічна нестабільність (особливо Вітаміни А та С), схильність до окисної деградації під впливом світла, тепла та кисню, а також низька біодоступність та погане проникнення через ліпофільну природу деяких з них (А, D, Е).

Вітаміни у складі косметичних засобів є важливими активними інгредієнтами, що забезпечують комплексну дію: від антиоксидантного захисту до стимуляції регенерації та вибілюючого ефекту. Вони підвищують ефективність і конкурентоспроможність косметичних продуктів, формують їх терапевтичну цінність. Для фармацевтів знання про вітаміни у косметиці є необхідною складовою професійної компетентності, адже дозволяє якісно консультивати споживачів, сприяти раціональному вибору засобів і підвищувати довіру до аптечного сервісу.

Продукти бджільництва у косметичних засобах

Мед, прополіс, бджолиний пилок, бджолиний хліб, маточне молочко, бджолиний віск і бджолина отрута – натуральні продукти, які з давніх-давен і до сьогодення використовуються у догляді за шкірою (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Продукти бджільництва у косметичних засобах [джерело: власна розробка з використанням зображень, створених ШІ «Творець зображень»]

Вплив продуктів бджільництва на шкіру доведено численними дослідженнями. Їх хімічний склад досить різноманітний, залежить від ботанічного складу, географічного походження, часу збору та умов середовища та визначає лікувальні властивості цих продуктів.

На ринку України присутній широкий асортимент косметичних засобів, що містять продукти бджільництва: засоби для очищення та догляду за шкірою обличчя та тіла, шампуні, кондиціонери та бальзами для волосся тощо.

Відповідно до ДФУ 2-го видання, *мед* є в'язкою рідиною, що може бути частково кристалізовано, від майже білого до темно-коричневого кольору. Мед виробляють бджоли із нектару рослин або із секретів живих частин рослин, які бджоли збирають та об'єднують із власними речовинами, зневоднюють, накопичують і залишають у медових стільниках для витримування та дозрівання. Мед містить щонайменше 181 інгредієнт. Його можна вважати природним перенасиченим розчином цукру, що характеризується високою концентрацією вуглеводів (фруктоза, глюкоза, ізомальтоза тощо), а також містить ферменти (α -амілазу, α -глюкозидазу, глюкзоксидазу, каталазу), білки та амінокислоти (пролін, аргінін, глютамінова кислота, цистеїн, аспарагінова кислота), фенольні сполуки, органічні кислоти (щавелева, лимонна тощо), каротиноїди, мінеральні сполуки, вітаміни групи В, С та інші.

Люди здавна використовували мед для лікування інфекційних та інших захворювань, а сучасні дослідження *in vivo* та *in vitro* довели, що мед містить потужні біоактивні сполуки. Крім антимікробної активності, він має протизапальні, антипроліферативні, антимуtagenні, протипухлинні, антиглікемічні, антиоксидантні та протигрибкові властивості (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Основні лікувальні властивості меду [джерело: власна розробка з використанням зображень, створених ШІ «Творець зображень»]

Мед та його похідні можуть входити до складу різних косметичних засобів. Відповідно до Міжнародної номенклатури косметичних інгредієнтів (INCI), мед у косметиці називається «*Honey*» або «*Mel*», також похідні меду або екстракт меду (*Mel Extract*), гідрогенізований мед та гідроксипропілтримонієвий мед. Концентрація меду в косметиці зазвичай становить 0,5-5%, рідше до 10%.

Мед є пом'якшувачем, екстракт меду та гідрогенізований мед виявляють зволожуючі властивості, тоді як гідроксипропілтримонієвий мед має антистатичні властивості.

Завдяки зволожуючому та регенеративному ефекту мед використовується в продуктах по догляду за шкірою та волоссям (кондиціонери для волосся тощо).

Зволожуючий ефект меду зумовлений високим вмістом глюкози та фруктози, а також амінокислотами (пролін, аргінін, глютамінова кислота, аланін та інші) і органічними кислотами (молочна, лимонна, оцтова тощо). Наявність вуглеводів і фруктових кислот відповідає за регенераційний ефект. Завдяки осмосу та мікроциркуляції, стимулюється метаболізм, шкіра краще живиться та насичується киснем. Крім того, мед підвищує еластичність шкіри, відновлює її колір і розгладжує зморшки. Медовмісна косметика містить фітосполуки, які відіграють роль антиоксидантів, зберігає молодість шкіри та захищає від утворення зморшок. Фруктові кислоти у складі меду, відлущують мертві клітини шкіри (кератолітична дія), що сприяє підвищенню еластичності шкіри та має депігментуючий вплив. За рахунок відлущування поверхневого епідермісу стимулюється поділ у базальному шарі та відновлення шкіри. Крім того, цитокіни стимулюють вироблення колагену та позаклітинного матриксу в дермі. Знижуючи адгезію кератиноцитів в епідермісі, мед зменшує надмірну пігментацію. Мед можна використовувати як засіб для пілінгу.

Жирні кислоти меду (міристинова, мірістолеїнова, пальмітинова, пальмітолеїнова, стеаринова, арахідонова) та мінеральні сполуки (натрій, калій, кальцій, залізо, мідь, цинк та інші) полегшують ксероз. Таким чином, мед заспокоює подразнення шкіри, сприяє регенерації потрісканих губ, загрибілої, потрісканої шкіри рук, допомагає при обмороженні. Завдяки вмісту флавоноїдів, мед також може відігравати важливу роль у захисті від сонця, запобігаючи пошкодженню шкіри. Крім того, вуглеводи, ефірні олії та біоеlementи у складі меду роблять його ефективним компонентом бальзамів і засобів для ванн з тонізуючими, розслаблюючими і кондиціонуючими властивостями.

Маточне молочко (*Royal Jelly*) – це густа молочно-біла рідина, багата поживними речовинами, що виділяється гіпофарингеальними залозами молодих робочих бджіл. Маточне молочко має рН від 3,6 до 4,2. Основними його складниками є вода із вмістом 60-70%, білки – 9-18% та вуглеводи (загальний цукор – 10-16%). Також присутні ліпіди, вітаміни та мінерали,

ферменти (амілаза, інвертаза, каталаза, кисла фосфатаза, лізоцим). Пептидні сполуки маточного молочка представлені желеїнами та власне білками (роялізин та інші – до 9 білків). Білки маточного молочка багаті екзогенними амінокислотами (аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін). Вуглеводи маточного молочка – це моносахариди (фруктоза, глюкоза) та олігосахариди. Найбільш цінними є ліпіди маточного молочка та використовується як маркер для підтвердження якості. Маточне молочко також містить леткі сполуки, такі як фенол, гваякол і метилсаліцилат. Присутні незначні кількості калію, натрію, магнію, фосфору, сірки, кальцію, цинку, заліза, міді. Серед вітамінів переважають вітаміни групи В: тіамін, рибофлавін, піридоксин, пантотенова кислота, нікотинова кислота та біотин. Також є фенольні сполуки: ферулова кислота, кверцетин, кемферол, галангін та фізетин, піноцембрін, нарингін та гесперидин, апігенін, акацетин та хризин. Склад маточного молочка змінюється залежно від пори року та екологічних умов навколо місця, де бджоли живуть і харчуються. Він також відрізняється залежно від раси і касти медоносної бджоли, фізіологічних і метаболічних відмінностей між бджолами-годувальницями та часу збору.

Маточне молочко має виражений антивіковий, протиалергічний, протипухлинний, антидіабетичний і антимуутагенний потенціал. Характерними є антибактеріальна, протизапальна, антиоксидантна, імуномодулююча, тонізуюча та зволожуюча активність. Завдяки цим властивостям воно використовується у фармацевтичній, косметичній промисловості.

Антимікробна дія маточного молочка проявляється у 20% концентрації. Протизапальна активність і загоєння ран є результатом його здатності пригнічувати продукцію цитокінів. Маточне молочко виявляє захисну дію на кровоносні судини, сприяє реепітелізації ран. Застосовується для лікування виразок, опіків, пролежнів та оперізуючого лишая, у всіх випадках, коли очікується регенерація епідермісу, епітелізація ран, живильна, загоювальна та

протимікробна дія. Маточне молочко у концентрації 5% продемонструвало суттєвий вплив на регенерацію навіть при діабетичні виразці стопи.

Успішно використовують маточне молочко в косметичі для догляду за проблемною шкірою. Воно входить до складу засобів, що нормалізують виділення шкірного сала, для себорейної шкіри, схильної до вугрів. Завдяки стимуляції обміну речовин у тканинах, маточне молочко покращує регенеративні процеси тканин, сприяє виробленню колагену. Регенеруючі, поживні та лікувальні властивості використовуються в бальзамах, кремах, лосьйонах. Протизапальну та імуномодулюючу дію бджолиного маточного молочка використовували для лікування atopічного дерматиту, гіпертрофії, гіперкератозу та запалення епідермісу та дерми. Також маточне молочко впливає на зволоження рогового шару, утримуючи в ньому воду. У результаті шкіра стає більш еластичною і краще зволоженою.

Найчастіше маточне молочко зустрічається в косметичі в ліофілізованому вигляді, і чим більший відсоток вмісту ліофілізованого маточного молочка, тим менш в'язким стає крем. Однак, вміст маточного молочка не впливає на стабільність емульсії. Препарати з підвищеним вмістом маточного молочка добре вбираються, не залишають жирної плівки. Креми з маточним молочком мають зволожуючі властивості, особливо в концентрації 0,5% і 1%.

Бджолиний пилок також може застосовуватися у косметичних засобах (рис. 2.3). Сьогодні його широко рекомендують як функціональний харчовий інгредієнт, багатий на макро- та мікроелементи, різні фітохімічні сполуки, у тому числі феноли та флавоноїди із антиоксидантною активністю.

Бджолиний пилок (*квітковий пилок, бджолине обніжжя*) – це складний, концентрований рослинно-бджолиний продукт з унікальними споживчими й лікувальними якостями, що є сукупністю пилкових зерен насінних рослин, зібраних і оброблених нектаром та секретом слинних залоз бджіл.



Рис. 2.3. Приклади косметичних продуктів, що містять бджолиний (квітковий) пилок на ринку України [джерело: власна розробка з використанням зображень <https://makeup.com.ua/> та <https://eva.ua/>]

Хімічний склад пилку залежить від часу й місця збору, погоди, виду рослин, умов і строків зберігання тощо. Бджолиний пилок містить не менше 200 біологічно активних речовин, у тому числі вуглеводи, білки, ліпіди та інші речовини. Білкові сполуки – це близько 22,7% складу бджолиного пилку, з яких до 10,4% припадає на незамінні амінокислоти: метіонін, лізин, треонін, гістидин, лейцин, ізолейцин, валін, фенілаланін, триптофан. Легкозасвоювані вуглеводи складають 30,8%, а відсоток відновлюючих цукрів - 25,7%. Серед жирних кислот бджолиного пилку можна назвати гамма-ліноленову, арахідонову та лінолеву кислоти (0,4%). Крім того, цінними компонентами бджолиного пилку є нуклеїнові кислоти та нуклеозиди.

Серед фенольних сполук пилку переважають флавоноїди (до 1,4%) та фенольні кислоти (до 0,2%). Бджолиний пилок також містить вітаміни (В1, В2, В3, В5, В6, С, Н, Е) і мінерали (калій, кальцій, фосфор, залізо, цинк, мідь, марганець). Важливим антиоксидантом бджолиного пилку є аскорбінова кислота із середнім діапазоном вмісту від 7 до 56 мг/100 г.

Завдяки широкому спектру біологічно активних сполук, бджолиний пилок виявляє протизапальну та антиканцерогенну активність, є потужним протигрибковим, антимікробним, противірусним, імуностимулюючим засобом, полегшує процес грануляції при загоєнні опіків. Етаноловий екстракт пилку має антимікробну дію проти *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* та протигрибкову дію проти *Candida albicans*. Флавоноїди та фенольні кислоти бджолиного пилку забезпечують протигрибкові та антибактеріальні властивості. Фенольні кислоти, жирні кислоти та фітостероли відповідають за протизапальний ефект.

Завдяки вмісту флавонолідів, бджолиний пилок зміцнює капіляри, що посилюється високим вмістом вітаміну С. Тому бджолиний пилок використовується в кремах для шкіри від куперозу.

Бджолиний пилок позитивно впливає на клітинний метаболізм, прискорює регенерацію та стимулює мітотичний поділ, що дозволяє використовувати його для виробництва шампунів і кондиціонерів. Завдяки себобалансуючій активності він зменшує серецію шкірного сала, що ефективно у засобах для жирного волосся (рис. 2.4). Вміст цинку, метіоніну та фософоліпідів сприяє нормалізації діяльності сальних залоз, а сірковмісні амінокислоти (цистеїн та деякі інші) зміцнюють волоссяний стрижень. Бджолиний пилок додається в шампуні проти лупи, оскільки він також обмежує ріст грибків і зупиняє свербіж шкіри голови та має зволожуючі, кондиціонуючі та регенеруючі властивості.

Також бджолиний пилок є джерелом важливих антиоксидантів – ненасичених жирних кислот (ω -3 жирні кислоти: α -лінолева, лінолева та олеїнова), каротиноїдів, вітамінів, цинку та селену.

Нерозчинні полісахариди бджолиного обніжжя виконують роль зволожувачів, а деякі цукри, і в першу чергу І-фукоза або багаті фукозою олігополісахариди, можуть легко проникати в дерму і впливати на біосинтез колагену та фібробластів.

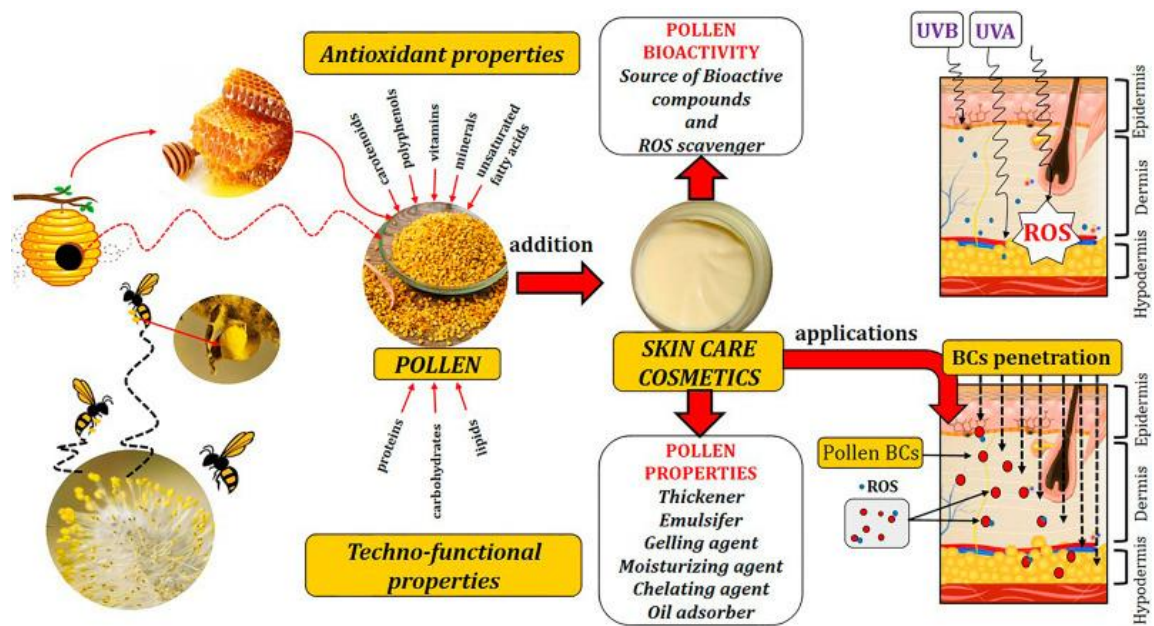


Рис. 2.4. Можливе застосування та шляхи дії бджолиного пилку в засобах по догляду за шкірою [джерело: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85400-9.00011-3>]

Бджолиний пилок може покращувати емульсії та поліпшувати змішуваність/стабільність у системі олія/вода, що важливо для приготування різних косметичних засобів. Складна структура та хороші техніко-функціональні властивості створюють можливість успішного включення та застосування мікронізованих зерен бджолиного пилку в різних композиціях для догляду за шкірою та косметиці як заміників поверхнево-активних речовин. Вуглеводи з бджолиного пилку можуть діяти як загусники або стабілізатори емульсії, а також як гелеутворювачі, зволожувачі та хелатні агенти.

Як активний інгредієнт косметичних засобів, бджолиний пилок додають зазвичай у концентрації 0,5-5% у вигляді водних, ліофілізованих і ліпідних екстрактів. Активні речовини можна екстрагувати водою, пропіленгліколями, гліцерином і оліями. У натуральній косметиці також використовують висушені мікронізовані зерна бджолиного пилку.

Прополіс – складний багатокомпонентний органічно-мінеральний продукт рослинно-бджолиного походження, який також називають «бджолиний клей».

Бджоли використовують його як будівельно-ремонтний і антисептичний матеріал для полірування воскових комірок, склеювання рамок, замазування щілин тощо. Виробляють прополіс медоносні бджоли із цілющих смол та бальзамів, які виділяють бруньки, молоді гілки і листя тополі, вільхи, берези, осики, верби, гіркокаштана, ясена та інших дерев, а також деякі трав'янисті рослини. У вулику рослинні виділення бджоли обробляють секретом верхньощелепних залоз, додаючи до отриманої маси пилок і віск.

За хімічним складом прополіс є дуже різноманітним продуктом (ідентифіковано щонайменше 300 активних сполук). Найважливішими біологічно активними сполуками є фенолкарбонові кислоти (кавова, ферулова, хлорогенова, п-кумарова), флавоноїди (хризин, лютеолін, апігенін, галангін, кемферол, кверцетин, піностробін), терпенові сполуки (бісаболол), спирти (цетиловий, мірициловий, маніт та інозит). Прополіс також містить мінеральні речовини (кальцій, магній, марганець, цинк, мідь, залізо, кобальт і селен), вітаміни (В1, В2, В6, С і Е) і ферменти (сукцинатдегідрогеназу, глюкозо-6-фосфатазу, кислу фосфатазу, аденозинтрифосфатазу).

Відповідно до номенклатури INCI, в косметиці прополіс можна зустріти під назвами прополіс і екстракт прополісу. Найчастіше використовують спиртові екстракти прополісу. Водний екстракт прополісу використовується в протигрибковій косметиці, а прополіс, розчинений у жирах, – для виготовлення помад.

Прополіс у концентрації 5-20% має регенеруючу, відновлювальну дію та захищає від зовнішніх факторів. Завдяки антисептичним властивостям, прополіс активний проти стафілококових, стрептококових і грибкових дерматологічних інфекцій, застосовується для лікування гнійних інфекцій шкіри, гідраденіту, попріlostей, молочниці. Окремі препарати прополісу є ефективними при опіках. Прополіс не тільки має протимікробну та протизапальну дію, але також покращує рубцювання та зменшує біль. Прополіс сприяє накопиченню

глікозаміногліканів, необхідних для грануляції, росту тканин і закриття ран, а також стимулює процес відновлення колагену. Прискорює загоєння ран також геністеїн. Флавоноїд хризин забезпечує безпечну дію. За протизапальний ефект прополісу відповідає каваова кислота. Місцеве застосування прополісу зменшує стійкі запальні процеси в діабетичних ранах шляхом нормалізації нейтрофілів і нейтрофілів еластази. Прополіс може застосовуватися для виготовлення засобів, що застосовують при пролежнях.

Завдяки наявності флавоноїдів (піноцембрін і пінобанксин), фенольних кислот (кавова кислота) і терпенів, прополіс ефективний проти грибкових інфекцій. Піноцембрін, виділений з прополісу, пригнічує ріст міцелію *Penicillium italicum*, перешкоджаючи енергетичному гомеостазу та руйнуючи клітинну мембрану патогена. Шампуні з прополісом можуть бути природною альтернативою в лікуванні лупи та профілактиці її рецидивів завдяки своїм протигрибковим і протисеборейним властивостям. Етанольний екстракт прополісу пригнічує *Cutibacterium acnes* та *Staphylococcus epidermidis*, які спричиняють вугрі. Також прополіс перешкоджає утворенню зубного нальоту і завдяки антимікробній дії зменшує розвиток карієсу. Етанольні екстракти прополісу пригнічують ріст карієсогенних бактерій (*Staphylococcus mutant i Staphylococcus sobrinus*). Полоскання рота водою з 0,5% вмістом прополісу доповнює догляд за ротовою порожниною. Флавоноли прополісу, особливо галангін, кемпферол, кверцетин, мають високу противірусну активність проти вірусу простого герпесу 1 та 2 типу.

Кавова, кумарова та ферулова кислоти визначають здатність прополісу поглинати ультрафіолетове світло та захищати шкіру від його шкідливого впливу. Завдяки властивості природного фільтра, антиоксидантній, протизапальній та регенеруючій дії, прополіс використовують у кремах, лосьйонах, помадах.

Антиоксиданти прополісу (фенольні сполуки, флавоноїди) зумовлюють його антивікову дію: розгладження зморшок, нейтралізацію впливу вільних

радикалів. Також він освітлює, зволожує та розгладжує шкіру, зменшує ознаки втоми.

Бджолина отрута (апітоксин) відповідно до INCI визначається як порошок бджолої отрути. Це жовтий світлий порошок, отриманий збиранням великої кількості бджолої отрути шляхом електричного оглушення за допомогою збирача бджолої отрути без шкоди для медоносної бджоли. Потім вона повинна бути очищена в лабораторних умовах. Очищену отруту розводять у воді, центрифугують, ліофілізують і охолоджують для використання в якості косметичного інгредієнта.

Основними компонентами бджолої отрути є пептиди, включаючи меліттин, апамін, адолапін, секапін, прокамін і дегранулюючий пептид тучних клітин. Меліттин відіграє важливу роль у індукванні реакцій, пов'язаних з укусами бджіл. Він містить біологічно активні аміни, такі як гістамін, адреналін, дофамін, норадреналін, і ферменти, такі як фосфоліпаза А2, гіалуронідаза, кисла фосфомоноестераза, лізофосфоліпаза. Бджолина отрута також містить ліпіди, вуглеводи, вільні амінокислоти та інші компоненти.

Бджолина отрута широко використовується як косметичний інгредієнт із антивіковою, протизапальною, антибактеріальною, протигрибковою та противірусною дією. З терапевтичною метою її використовують для лікування atopічного дерматиту, псоріазу, aloпеції.

Завдяки протизапальній та антибактеріальній активності, бджолина отрута може виступати як компонент засобів проти акне. Вона пригнічує *Cutibacterium acnes* (фактор, що викликає запалення при вуграх), ефективна проти *St. aureus*, *St. epidermidis* і *St. pyrogenes*. Бактерицидна та бактеріостатична дія апітоксину зумовлена мелітином, який викликає руйнування клітинної стінки бактерій. Бджолину отруту можна використовувати при грибкових і вірусних шкірних інфекціях та для пригнічення вірусу простого герпесу. Вона є потенційним інгібітором 5- α -редуктази, яка відповідає за перетворення тестостерону в дигідротестостерон, і відіграє важливу роль як стимулятор росту волосся,

гальмує перехід від фази анагена до катагену. Протизапальну дію бджолоїної отрути використовують при лікуванні atopічного дерматиту, псоріазу. Ранозагоювальна активність бджолоїної отрути пов'язана з експресією TGF- β 1, фібронектину, васкулярного ендотеліального фактора росту і колагену, а також антимікробною та антиоксидантною дією. Бджолина отрута стимулює проліферацію та міграцію епідермальних кератиноцитів людини.

В якості косметичного інгредієнта бджолина отрута набула популярності як засіб проти зморшок. Також вона має антимеланогенну дію завдяки інгібування білків, пов'язаних із тирозиназою, виявляє фотозахисну активність шляхом зниження рівня білка матриксних металопротеїназ, гальмує процеси фотостаріння.

У фармації використовують 2 типа **бджолоїного воску**: віск білий (*White beeswax, Cera alba, White wax, Bleached wax*) та віск жовтий (*Cera flava, Yellow beeswax, Yellow wax, Apifil*).

Білий віск – тверді пластинки або тонкі гранули без смаку, прозорі, білого або жовтуватого кольору, з неінтенсивним характерним запахом меду. Це хімічно знебарвлена форма природного бджолоїного воску, що складається із суміші етерів вищих одноатомних спиртів.

Жовтий віск – це світло-жовта однорідна за кольором, нежирна на дотик тверда маса. Складається із суміші твердих жироподібних сполук природного походження і є продуктом воскових залоз *Apis mellifera L.*, який отримують із сот і вошин при кип'ятінні у воді. Складниками бджолоїного воску є естери кислот і жирних спиртів, вільні жирні кислоти, вільні жирні спирти (триаконтанол, октакозанол, гексакозанол і тетракозанол), тритерпени, стерини, β -каротин, фенольні сполуки. Серед флавоноїдів основну роль відіграє хризин, який знімає запалення, має протимікробну та регенеруючу дію. Жирні спирти виявляють антиоксидантні та протизапальні властивості. Стерини мають регенеруючу дію, тоді як антисептичну дію забезпечують 10-гідрокси-транс-2-деценева кислота, хризин і сквален. Вітамін А, на який перетворюється β -каротин бджолоїного

воску, уповільнює деградацію колагену, стимулює мітотичний поділ в епідермісі, що призводить до швидшої регенерації шкіри після пошкодження.

У порівнянні з іншими продуктами бджільництва, віск має найменший діапазон біологічної активності та використовується як допоміжна речовина (емульгатор або основа). У косметиці бджолиний віск забезпечує еластичність, пластичність продуктів і підвищує адгезію до шкіри. Завдяки вмісту стеринів, він має зм'якшувальну, пом'якшувальну дію та зменшує трансепідермальну втрату води шкірою. А через властивість утворювати на поверхні шкіри плівку, віск виступає захисним бар'єром від багатьох зовнішніх факторів.

Основною проблемою застосування продуктів бджільництва у косметичних та дерматологічних засобах є алергія на пилок рослин та можлива цитотоксичність у високих концентраціях. Алергія на мед зустрічається рідко. Мед, який використовується для лікування дерматозів, проходить ретельну фільтрацію для видалення частинок бджолиного пилку, які є основною причиною алергічних реакцій на мед. Шкірні висипання може викликати застосування і інших продуктів: маточного молочка, бджолиної отрути тощо.

Компоненти косметичних засобів, отримані з водоростей

Водорості – це велика група водних організмів, що зустрічаються як у прісноводних, так і морських середовищах. Сьогодні водорості використовуються як одне з популярних джерел різноманітних біоактивних компонентів із широким потенціалом.

Макроводорості (морські макроводорості) – це макроскопічні багатоклітинні фотосинтезуючі організми. Їх класифікують за типом пігментів на бурі (*Ochromphyta*), червоні (*Rhodophyta*) та зелені (*Chlorophyta*) водорості.

Морські макроводорості мають ширший, ніж «наземні» рослини та тварини інгредієнти, набір біологічно активних компонентів. Вибір морських водоростей у косметичних препаратах базується на їх складових, таких як

полісахариди, жирні кислоти, ліпіди, білки, амінокислоти, вітаміни, пігменти, мінерали, фенольні сполуки тощо. Екстракти та компоненти макроводоростей переважно використовуються як активні косметичні інгредієнти завдяки своїм зволожуючим, антивіковим, фотозахисним та відбілювальним властивостям, але вони можуть слугувати допоміжними речовинами при розробці рецептур і як добавки, які покращують стабілізацію, збереження та/або органолептичні властивості кінцевого продукту. Деякі сполуки водоростей можуть бути використані в лікуванні акне, мають антимикробну і навіть протипухлинну дію, ефективні у підтриманні функцій шкірного бар'єру.

Основними компонентами водоростей, що привертають увагу косметичної індустрії є вуглеводи (полісахариди), жирні кислоти, фенольні сполуки та амінокислоти. Також застосування знаходять пігменти та мінеральні сполуки.

Вуглеводи морських макроводоростей демонструють широкий спектр біологічної активності, у тому числі антиоксидантну та антивікову. Більшість морських природних вуглеводів є полісахаридами, але присутні і моносахариди та олігосахариди.

Полісахариди морських водоростей є компонентами клітинних стінок і специфічні для кожного виду водоростей: ламінарин та альгінат – у бурих водоростей, ульван – у зелених, карагенан – у червоних. Ці полісахариди привертають найбільше уваги через свої функціональні та фізико-хімічні властивості. Також у водоростях присутні фукоїдан, агар, агароза, сульфатовані похідні полісахаридів.

Полісахариди морських водоростей від високої до низької молекулярної маси визначаються як потенційні антиоксиданти. Ламінаран, фукоїдан і альгінат, отримані з бурих водоростей, завдяки антиоксидантними властивостями можуть застосовуватися для запобігання старінню шкіри та іншим проблемам, викликаним окиснювальним стресом. Фукоксантин та похідні флороглюцинолу демонструють здатність ефективно пригнічувати тирозиназу, що дозволяє використовувати ці сполуки для відбілювання шкіри. Основний вплив

полісахаридів зелених водоростей – зменшення старіння за допомогою різних механізмів, включаючи поглинання вільних кисневих радикалів, регулювання факторів транскрипції тощо.

Найбільш поширеними в якості активних компонентів косметичних засобів є полісахариди бурих водоростей (фукоїдан, ламінарин, альгінат) та червоних (агар, карагенан).

Фукоїдан вперше був видобутий у 1913 році з бурих морських водоростей *Laminaria digitata*, *Ascophyllum nodosum* і *Fucus mehurius*. Фукоїдани представляють собою гетерополісахариди із фруктозою та іншими моносахаридами, такими як фукоза, ксилоза, галактоза, маноза, а також із гіалуроновою кислотою, уроновими кислотами тощо. Молекулярна маса та структура фукоїдану змінюється в залежності від виду морських водоростей, методу екстракції та умов навколишнього середовища. Фукоїдани, отримані з різних видів водоростей, відрізняються не тільки за структурою, але і за властивостями, глибиною впливу та біологічною активністю. Фукоїдан, отриманий з видів *Fucus sp.*, *Sargassum sp.*, *Laminaria sp.* можна використовувати для відбілювання шкіри (інгібує триозиназу), і також він сприяє синтезу проколагену типу 1. Фукоїдани, отримані із *Fucus vesiculosus*, *Saccharina japonica*, *Fucus mehuričastui*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus* і *Ascophyllum nodosum* демонструють протизапальні властивості.

Фукоїдани мають протизапальний, протимікробний, протипухлинний і антигіперліпідемічний потенціал. Застосовуються для профілактики фотостаріння, мають антиоксидантні та антигіперліпідемічні властивості, корисні при боротьбі зі зморшками (інгібують еластазу, колагеназу, тирозиназу), мають антивікові ефекти. Вони широко використовуються як засоби для кондиціонування та захисту шкіри, зволожувач та пом'якшувач.

Ламінарин (ламінаран) – це запасний вуглевод бурих морських водоростей, що знаходиться у пластидах (до 18%). Ламінарин переважно

присутній у водоростях порядку *Laminariaceae*, але також був виділений (до 1%) із водоростей порядку *Fucales* (*Sargassum fusiforme* та *Sargassum trichophyllum*).

Ламінарин відноситься до бета-глюканів. Це полімер, що складається із фрагментів глюкози, склад та структура якого змінюється залежно від виду. Існує дві форми ламінарану: розчинна і нерозчинна. Перша характеризується повною розчинністю в холодній воді, а друга розчиняється лише в гарячій. Розчинність ламінарану залежить від кількості розгалужень молекули: чим більше число розгалужень, тим вище розчинність у холодній воді.

Для косметичного застосування цікавим є підвищення швидкості відновлення дерми при використанні ламінаріну. Цинковий олігосахаридний комплекс, отриманий із бурих водоростей *Laminaria digitata*, ефективно зменшує ознаки акне та вироблення шкірного сала.

Альгінат – полісахарид міжклітинного матрикса та клітинної стінки бурих водоростей (18-40% біомаси), надає водоростям гнучкості, запобігає висиханню та бере участь в обміні іонів (кальцію та магнію) з морською водою. Альгінат виробляють із багатьох видів водоростей.

За структурою альгінат є натрієвою, калієвою або магнієвою похідною альгінатової кислоти. Це лінійний полісахарид що складається з β -D-маннуранової кислоти (M) і α -L-гулуранової кислоти (G), зв'язаної з β -(1,4). Співвідношення маннуранової та гулуранової кислот зазвичай становить 1:1, але ці пропорції можуть змінюватися залежно від віку та виду водоростей, сезону та місця збору врожаю. Особливу роль у здатності до гелеутворювання альгінатів відіграє гулуранова кислота, з якої можна отримати стійкий, жорсткий гель.

Альгінати мають різну розчинність; деякі розчиняються у гарячій воді, інші – в холодній. Альгінова кислота нерозчинна і гелеподібна в кислому стані, такі самі властивості має її кальцієве похідне. Альгінат – поліелектроліт, тому його розчинність залежить також від рН, а також концентрації полімеру та іонів, присутніх у середовищі. На розчинність альгінату впливає джерело отримання.

Полісахариди червоних водоростей представлені широким діапазоном сполук (арабіногалактан, крохмаль, інші). Агар, карагенан, олігосахариди та їх похідні, отримані в результаті розкладання, мають значну фізіологічну активність.

Агар одержують із червоних водоростей видів *Gelidium*, *Gracilaria*, *Pterocladia*, *Ahnfeltia*. Вміст агару у водоростях залежить не тільки від виду, але й від сезону та умов зростання. Агар є неоднорідним полісахаридом. Він містить 50-80% агарози – нейтрального лінійного полісахариду, побудованого із регулярних залишків арабіози. За структурою агароза являє собою лінійну послідовність полісахаридних ланок. Існує три структури агарози: власне нейтральна агароза, агарози піруват малосульфатований та галактан сульфатований.

Агар не розчиняється в етанолі та органічних розчинниках, набрякає, але не розчиняється у холодній та майже повністю розчиняється у 200 частинах гарячої води (не нижче 90°C). Водні розчини, які містять 0,5-1,5% агару, при охолодженні до 32-39°C утворюються слабозабарвлений прозорий гель. Під дією лугів гелеутворення посилюється. Крім агарози у водоростях також міститься агаропектин – кислий полімер (полісахарид), доволі близький до агарози за структурою, що містить ульфатні, метилові та метилпіруватні групи.

Агар знайшов застосування як пролонгатор, розпушувач, наповнювач. У гідрофільних системах може використовуватися як регулятор в'язкості, а в суспензіях та емульсіях – як диспергатор та стабілізатор (завдяки високій в'язкості), у тому числі застосовується у косметичних емульсіях та кремах.

Карагенани отримують із червоних водоростей класу *Rhodophyceae*. Карагенани, у залежності від сезону, виду та умов зростання водоростей, можуть складати від 30 до 80% компонентів клітинної стінки. Вони мають різну структуру, що складається з ефірів сульфату амонію, кальцію, магнію, калію та натрію d -галактози та (3,6)-ангідро- d -галактози. Усі карагенани розчиняються у гарячій воді, деякі (λ -карагенан) розчиняються у холодній воді. Хоча λ -карагенан

не утворює гелю, але підвищує в'язкість розчинів, а κ- та ι-карагенани утворюють гелі при охолодженні у низьких концентраціях (0,5%) відповідно до доданого катіону. При цьому κ-карагеновані гелі сильніші в присутності калію, ніж кальцію. Гелі, виготовлені з κ-карагенованом, є міцнішими, але крихкими в присутності кальцію, схильні до відділення рідини від гелю (синерезис). Гнучкі гелі з невеликим синерезисом утворюються з ι-карагенованом у присутності кальцію. У кислому середовищі (рН<4,3) розчини карагеновану мають меншу в'язкість, а гелі слабші за рахунок гідролізу 3,6-ангідрогалактозних кілець.

Як допоміжні компоненти, полісахариди морських водоростей широко застосовуються як гелеутворювачі та загусники.

Фукоїдан застосовують як емульгатор та засіб, що контролює в'язкість, покращує гелеутворення та стабілізує гелі, підвищує фотостабільності наночастинок, застосовується у виготовленні мікросфер, синтезі наночастинок. Желюючі властивості фукоїданів сильно залежать від джерела отримання.

Агар використовується як загусник, гелеутворювач та складник капсул.

Карагенан використовується як гелеутворювач, стабілізатор і загусник.

Альгірати широко використовуються в косметиці як гелеутворювачі, загусники, захисні колоїди та стабілізатори емульсії. В'язкість розчину, що містить альгінат, може бути змінена шляхом додавання кальцію.

Полісахариди морських водоростей, виконуючи роль антиоксидантів, можуть допомогти зберегти органолептичні властивості косметичних продуктів, пригнічуючи окислення ліпідів, таким чином уникаючи зміни зовнішнього вигляду, запаху та смаку.

Жирні кислоти та ліпідні компоненти морських водоростей. Водорості характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот та чудовим співвідношенням омега-3 та омега-6. Найбільш поширеними жирними кислотами є гамма-ліноленова кислота, арахідонова кислота, ейкозапентаєнова кислота (ЕРА) і докозагексаєнова кислота. Жирні кислоти, отримані з морських водоростей, мають протиалергійну, антиоксидантну, протизапальну, захисну,

заспокійливу та зволожуючу дію. Завдяки впливу жирних кислот на загоєння ран, вони можуть бути корисними у складі кремів, емульсійних засобів, масок для обличчя, рідин для ванн тощо. Вони відіграють важливу роль у подоланні сухості шкіри та допомагають підтримувати її структуру.

Висока кількість поліненасичених жирних кислот, які беруть участь у регуляторних процесах та важливі для текстури шкіри, містяться у зелених та червоних водоростях. Жирні кислоти червоних *Gracilariopsis longissima* (*Gracilaria verrucosa*) і бурих водоростей *Saccharina japonica* (*Laminaria japonica*), крім протизапальної та антиоксидантної, демонструють антибактеріальну дію проти *S. aureus* і *B. cereus*.

Крім жирних кислот, у складі макроводоростей є стерини (ізофукостерол, фукостероли, кліонастерол), фосфоліпіди, глікопептиди, тригліцериди. Стероли як структурні компоненти мембрани контролюють текучість мембрани та мають антиоксидантну, антипроліферативну, антивікову, протизапальну активність. Похідне фукостерину, отримане із *S. fusiforme* запобігає фотостарінню, посилює синтез проколагену, має протизапальну активність.

Фенольні сполуки є одними з найважливіших вторинних метаболітів, які відіграють велику роль у косметичних засобах для догляду за шкірою. Морські водорості містять як прості фенольні сполуки, так і флавоноїди, терпеноїди, фенольні кислоти тощо. Бурі водорості містять високу концентрацію флоротаніну, тоді як зелені та червоні макроводорості містять велику кількість бромфенолів, терпеноїдів, флавоноїдів і фенольних кислот. Фенольні сполуки виявляють різні космецевтичні властивості. Поліфеноли, отримані із бурих водоростей *Fucus vesiculosus* демонстрували здатності до захисту від УФ-випромінювання та зменшення пігментних плям на шкірі. Бромфенол з червоної водорості *Laurencia sp.* демонстрував антиоксидантні та антимікробні ефекти.

Флоротанін виявляє виражений ефект інгібування тирозинази (відбілювання шкіри). Він діє як інгібітор гіалуронідази і комплексу матриксних металопротеїназ (ММР), має антивіковий ефект та ефективний

проти зморшок. Запропоновано застосування флоротаніну на шкірі як антиоксиданту та протизапального засобу, а також для захисту від УФ-пошкодження. Властивий флоротаніну також протиалергічний ефект.

Морські водорості також є цінним джерелом **амінокислот**, головним чином гістидину, триптофану та тирозину, але також аланіну, проліну, серину. Присутні валін, гліцин, лейцин, аргінін, пролін, ізoleyцин та деякі інші важливі мікоспоринові амінокислоти (МАО). Червоні водорості *Palmaria palmata* і бурі водорості *Himanthalia elongata* багаті на глютамінову кислоту, аланін і серин.

Амінокислоти – це природній зволожуючий фактор, який запобігає сухості шкіри. Гістидин та таурин виявляли антиоксидантну активність. МАО, отримані з морських макроводоростей, демонстрували ефективність у фотозахисті від пошкодження УФ-випромінюванням, поглинанні радикалів і механізмах відновлення ДНК. Пептиди, отримані з червоної водорості *Neopyropia yezoensis*, відіграють важливу роль у збільшенні виробництва еластину та колагену, а також у зниженні експресії матричних металопротеїназ. Загалом амінокислоти, отримані із макроводоростей, покращують стан шкіри, попереджають фотостаріння, корисні у боротьбі зі зморшками, стимулюють вироблення та знижують руйнування колагену та еластину, мають антиоксидантні та протизапальні властивості.

Пігменти з макроводоростей доволі різноманітні. Зелені водорості (*Chlorophyta*) містять хлорофіли і каротиноїди; червоні (*Rhodophyta*) – хлорофіл а, фікобіліни (фікоціанін, фікоеритрин), каротиноїди (каротин, лютеїн, зеаксантин, лікопін та інші); бурі (*Phaeophyceae*) – хлорофіл а, хлорофіл с, фукоксантин і каротиноїдні пігменти. Пігменти відіграють значну роль у фотозахисті та захисті від шкідливого впливу УФ-випромінювання, а також мають антиоксидантну активність, пов'язану із усуненням АФК.

Каротиноїди демонструють, крім антиоксидантної, протизапальну активність, здатність поглинати радикали та є провітаміном вітаміну А. Астаксантин має протизапальні та антиоксидантні властивості,

імуномодулюючу дію та здатність пригнічувати пігментацію шкіри. У косметичних засобах вони відіграють роль природних барвників.

Мінеральний склад морських макроводоростей сильно залежить від середовища їх існування. Важливим є присутність у них мікро- та макроелементів, таких як магній, цинк, кремній, мідь, йод, марганець, селен, алюміній, фосфор, калій, натрій, хлор і кальцій. Ці мінерали можуть виступати кофакторами різних ферментів, а поєднання кальцію та магнію в продуктах для догляду за шкірою покращує відновлення шкірного бар'єру. Засоби для догляду за шкірою, що складаються з мінералів морських водоростей, підтримують зволоження шкіри, регулюють рН, покращують кровообіг, захищають від вугрів і мають переваги проти старіння. Також вказувалось на можливість захисту від УФ-випромінювання.

Окремим типом водоростей, який набуває популярності в якості джерела косметичних і космецевтичних інгредієнтів, є **мікроводорості**.

Мікроводорості – це фотосинтезуючі мікроскопічні організми, які є основною складовою фітопланктону. Як правило, вони живуть у середовищах із обмеженими та стресовими умовами, такими як вплив тепла, холоду, високої солоності, осмотичного тиску тощо. Здатність мікроводоростей адаптуватися до екстремальних несприятливих умов, робить їх хорошими джерелами біологічно активних сполук. Склад мікроводоростей може змінюватися залежно від умов культивування. До біоактивних сполук мікроводоростей відносять пігменти, вуглеводи, білки, поліненасичені жирні кислоти та вітаміни. У них виявлені у великих кількостях такі амінокислоти, як аланін та глутамінова кислота, ліпіди (гліколіпіди, фосфоліпіди, віск), вуглеводи (крохмаль, целюлоза). Найбільш поширеними пігментами мікроводоростей є хлорофіли (до 2% сухої біомаси) та каротиноїди (зокрема β -каротин).

У косметології мікроводорості застосовуються як джерело антиоксидантів, протизапальних агентів, фотопротекторів, зволожувачів, використовуються в

продуктах для засмаги або відбілювання шкіри, проти старіння та зморшок, засобах для догляду за волоссям.

Водорості роду Хлорелла (*Chlorella sp.*) містять широкий спектр цінних сполук, завдяки чому характеризуються значною біологічною активністю та ефективністю як складники косметичних засобів. Отримуваний з них β -1,3-глюкан виявляє протизапальну дію, стимулює імунну систему та має антиоксидантні властивості. Полісахариди хлорели мають зволожуючу дію. Багаті представники роду і на каротиноїди (лютеїн, астаксантин, α - та β -каротин), яким властиві фотозахисна, антиоксидантна та антивікова активність. Астаксантин – ефективний компонент засобів проти гіперпігментації. Хлорофіли мікроводоростей роду Хлорела виступають у якості пігментів та застосовуються у засобах проти старіння, зубних пастах та дезодорантах. Широкий спектр вітамінів, у тому числі групи В дозволяє застосовувати ці мікроводорості у складі рецептур для тонізування шкіри, лікування темних кіл та засобів, що спрямовані за загальне покращення здоров'я шкіри, волосся, покращення росту волосся та лікування лупи.

Деякі мікроводості можуть синтезувати сполуки, які поглинають ультрафіолетове випромінювання, тому є перспективним компонентом сонцезахисних засобів.

Біотехнологія у створенні сучасних активних інгредієнтів косметичних засобів.

Сучасна косметична промисловість переживає перехід від використання традиційних натуральних і синтетичних компонентів до біотехнологічно отриманих інгредієнтів, які мають високу біодоступність, здатність активізувати клітинні механізми регенерації шкіри. Біотехнологія відкрила нові можливості для створення косметичних засобів лікувально-профілактичного напрямку, де ключову роль відіграють сигнальні пептиди, пробіотики, пребіотики, постбіотики, клітинні екстракти та речовини зі стовбурових клітин. Їхня дія

принципово відрізняється від механізму класичних екстрактів рослин або вітамінів, які постачаючи необхідні речовини для обмінних процесів. Біотехнологічні компоненти здатні регулювати клітинну комунікацію, відновлюючи природні механізми омолодження, мікробіотичної рівноваги та імунного гомеостазу шкіри.

Пептиди є перспективними функціональними інгредієнтами в космецевтиці, оскільки являють собою короткі ланцюги амінокислот, з'єднані пептидними зв'язками. Вони виконують роль сигнальних молекул, регулюючи ключові біологічні процеси в дермі та епідермісі. Завдяки їхній низькій молекулярній масі, пептиди мають високу проникаючу здатність у клітини шкіри, де вони стимулюють вироблення колагену, еластину та гіалуронової кислоти. Це забезпечує запуск внутрішніх механізмів регенерації, що клінічно проявляється зменшенням дрібних зморшок та загальним покращенням зовнішнього вигляду шкіри.

Існує кілька типів пептидів: сигнальні пептиди, пептиди-носії, пептиди, що гальмують нейромедіатори, та пептиди, що гальмують ферменти.

Сигнальні пептиди мають здатність стимулювати фібробласти шкіри до відновлення колагену, еластину та інших білків у матриксі дерми. Збільшення вмісту цих структурних білків робить шкіру більш еластичною та пружною.

Інгібітори нейромедіаторів пригнічують вивільнення ацетилхоліну шляхом різних хімічних взаємодій та допомагають боротися зі зморшками. Вони відповідають за скорочення м'язів обличчя, роблячи їх менш рухливими, що викликає розслаблення та розгладження зморшок. Ці пептиди схожі на ботулотоксин. Найпопулярнішими нейропептидами в косметології є Аргірелін, Інілін, Лейфазил.

Пептиди-носії доставляють мікроелементи, такі як магній, марганець та мідь, тим самим покращуючи синтез колагену, еластичність шкіри.

Пептиди, що інгібують ферменти, пригнічують розпад колагену та інших білків, перешкоджаючи процесам, що розщеплюють ці білки. Крім того, вони

можуть стимулювати фермент гіалуронансинтазу, який активує гіалуронову кислоту.

Пептиди, що використовуються в косметичці, здійснюють свою дію через численні біологічні шляхи, впливаючи на різні клітинні та молекулярні процеси в шкірі. Їх можна загалом класифікувати на основі основних функцій: проти старіння, для відбілювання, для відновлення, для зволоження та для антимікробної дії (рис. 2.5).

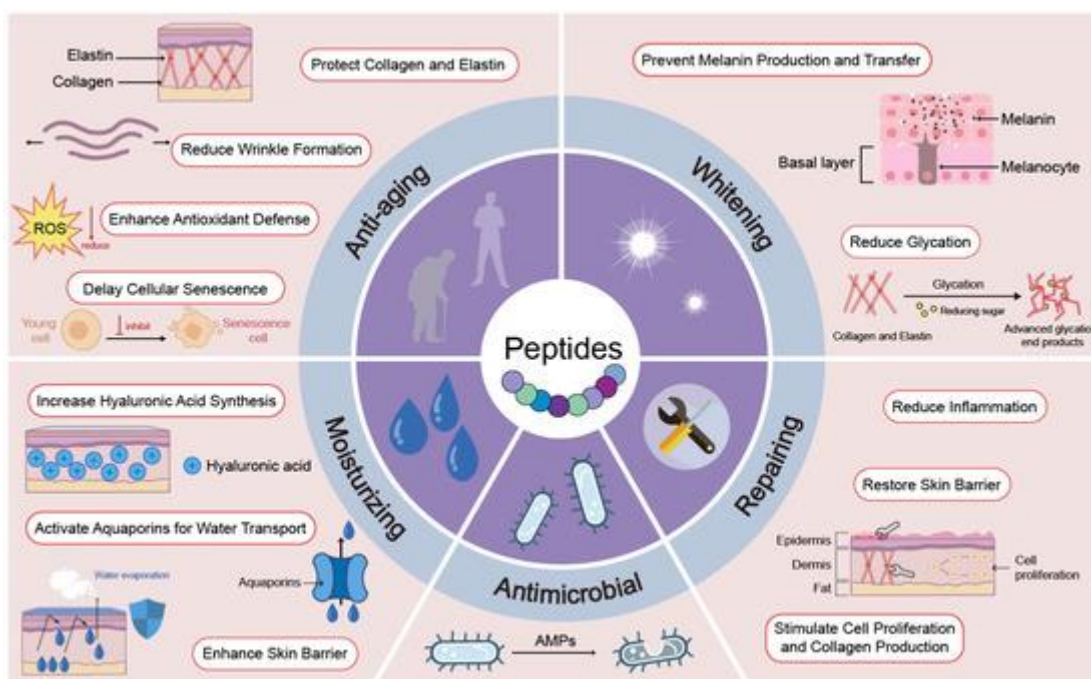


Рис. 2.5. Біологічні функції та механізми дії косметичних пептидів [джерело: <https://doi.org/10.3390/cosmetics12030107>]

Зі старінням синтез колагену та еластину в шкірі поступово знижується, тоді як активність ферментів, відповідальних за їх розпад, зростає. Цей дисбаланс призводить до зниження рівня колагену та еластину, що сприяє в'ялості шкіри та утворенню зморшок. Пептиди проти старіння ефективно борються з цими процесами, регулюючи синтез та розпад колагену та еластину. До таких пептидів відносять пальмітоїл пентапептид-4 (сигнальний пептид, що

посилює експресію колагену I типу), гексапептид-9 (імітує частину колагенової послідовності), деякі циклічні пептиди.

Під час процесу старіння товщина та еластичність шкіри порушуються, що призводить до атрофії шкіри, обвисання та появи зморшок. Деякі пептиди імітують активність нейромедіаторів, щоб полегшити скорочення м'язів обличчя, тим самим зменшуючи появу динамічних зморшок. Наприклад, ацетилгексапептид-8 та пентапептид-18 модулюють вивільнення ацетилхоліну в нервово-м'язовому з'єднанні, можуть розслаблювати м'язи обличчя, зменшуючи утворення динамічних зморшок, таких як «гусячі лапки» та зморшки на чолі, шляхом пригнічення вивільнення ацетилхоліну. Цей нейромодулюючий ефект забезпечує неінвазивну альтернативу ботулотоксину, пропонуючи споживачам безпечніший та ефективніший підхід до мінімізації мимічних зморшок.

УФ-опромінення призводить до утворення вільних радикалів, які є основними факторами старіння шкіри. *Антиоксидантні пептиди* можуть захищати шкіру від оксидативного стресу, нейтралізуючи вільні радикали та зменшуючи оксидативне пошкодження, тим самим затримуючи прояви старіння. Глутатіон – потужний антиоксидант, відіграє ключову роль у захисті клітин шкіри від окисного пошкодження. Карнозин захищає шкіру від окисного пошкодження та фотостаріння, викликаного УФ-випромінюванням. Деякі соєві пептиди проявляють сильні антиоксидантні властивості, покращуючи еластичність та зволоження шкіри, допомагають зменшити пошкодження, спричинені вільними радикалами.

Клітинне старіння є ключовим фактором старіння організму, під час якого клітини втрачають здатність ділитися та оптимально функціонувати. Воно відбувається у відповідь на ендогенні та екзогенні стреси, включаючи дисфункцію теломер, активацію онкогенів та стійке пошкодження ДНК. Пептиди, призначені для уповільнення клітинного старіння, зазвичай спрямовані на ці процеси, покращуючи довголіття та функціонування клітин. Було ідентифіковано кілька пептидів (наприклад, гуманін), які здатні омолоджувати

клітини, впливаючи на ключові механізми старіння, такі як мітохондріальна дисфункція, репарація ДНК та активація шляхів виживання.

Традиційні фармакологічні відбілюючі засоби (кортикостероїди, ртуті хлорид, гідрохінон) мають багато побічних ефектів, включаючи контактний дерматит, подразнення, а також високу токсичність і чутливість. *Відбілюючі пептиди* пропонують безпечніший і м'якший спосіб відбілювання. Ці пептиди (тетрапептид-30, гексапептид-2) діють переважно шляхом впливу на ключові етапи шляху меланогенезу. Окрім безпосереднього пригнічення вироблення меланіну, деякі відбілюючі пептиди, такі як глутатіон і карнозин, посилюють освітлення шкіри завдяки антиоксидантним властивостям. Зменшуючи оксидативний стрес, вони допомагають зменшити утворення пігменту та підтримують відбілювання шкіри.

Гіалуронова кислота (ГК) є важливим зволожуючим компонентом шкіри, який допомагає утримувати вологу та підтримувати еластичність шкіри. Пептиди, такі як Syn-Hycan, можуть покращити зволоження шкіри, сприяючи синтезу гіалуронової кислоти. Деякі пептиди регулюють клітинну гідратацію, впливаючи на транспортування та утримання води в клітинах шкіри. Це допомагає вирішити проблеми сухості та зневоднення. Посилення бар'єрної функції шкіри є ще однією ключовою роллю зволожуючих пептидів, оскільки це допомагає запобігти втраті води. Колагенові пептиди мають зволожуючі властивості, оскільки вони можуть поглинати воду та утворювати зволожувальну плівку на поверхні шкіри, зменшуючи випаровування води та підтримуючи зволоженість шкіри.

Відновлювальні пептиди сприяють відновленню та регенерації шкіри за допомогою різних механізмів. Відновлювальні пептиди (трипептид-1) стимулюють проліферацію епідермальних клітин та фібробластів, що стимулює вироблення колагену та еластину, прискорює регенерацію шкіри та покращує її еластичність та пружність. Вони зменшують втрату води та покращують бар'єрну функцію шкіри. Тетрапептид-7 зменшує вивільнення запальних

факторів, полегшуючи запалення шкіри, спричинене зовнішніми подразниками або алергією. Відновлювальні пептиди також покращують текстуру шкіри, розгладжують шкіру та зменшують сліди, залишені пошкодженнями або запаленнями, такі як шрами від акне. Мідний пептид сприяє синтезу колагену та еластину, тим самим прискорюючи регенерацію шкіри та покращуючи її здатність до самовідновлення.

Антимікробні пептиди є ключовою частиною вродженої імунної системи і діють шляхом безпосереднього знищення мікробів, пригнічення їхнього росту або дії як імуномодулятори. Вони стають потенційним ключовим інгредієнтом косметичних та лікувально-косметичних засобів завдяки своїй ефективності проти поширених шкірних патогенів: бактерій, грибків та вірусів. Антимікробні пептиди також можуть служити профілактичними інгредієнтами для догляду за шкірою, допомагаючи запобігти патогенним інфекціям та проблемам зі шкірою. Наприклад, тетрапептид-7 та трипептид-2 ефективно пригнічують ріст таких патогенів, як *Staphylococcus aureus* та *Candida albicans*.

Незважаючи на великий потенціал пептидів, такі проблеми, як стабільність, біодоступність та економічно ефективне виробництво, залишаються перешкодами для їх широкого застосування.

Шкіра містить мільярди мікроорганізмів, представлені бактеріями, грибами, вірусами, які знаходяться у рівновазі. Надмірне використання антисептиків, агресивних мийних засобів, УФ-випромінювання, стрес можуть спричинити порушення мікробіому. Дисбаланс мікробіому призводить до розвитку дерматологічних проблем (акне, себореї, атопічного дерматиту), так як мікробіом виконує багато важливих функцій: бар'єрну, імуномодулюючу, метаболічну, антиоксидантну, регуляторну.

Відновлення мікробного балансу можливе через застосування біотехнологічних інгредієнтів нового покоління – пробіотиків, пребіотиків та постбіотиків, які підтримують або імітують природну мікрофлору.

Пробіотики - живі культури мікроорганізмів, які сприяють зміцненню бар'єрних функцій шкіри та пригнічують розвиток патогенних бактерій. У косметиці використовують здебільшого інактивовані клітини або лізати пробіотичних культур (фрагменти бактерій), ферменти та фракції, оскільки введення живих мікроорганізмів у готову косметичну форму є технологічно складним і регуляторно обмеженим. Найчастіше застосовуються штами: *Lactobacillus rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*; *Bifidobacterium longum*, *B. breve*; *Streptococcus thermophilus*.

Постбіотики – метаболіти пробіотиків (ензими, пептиди, ліпополісахариди), які є високоцінними для косметики завдяки їхнім антивіковим, антиоксидантним, відбілюючим та протизапальним ефектам.

Пробіотичні компоненти та їхні метаболіти забезпечують комплексний вплив на шкіру, насамперед шляхом конкурентного витіснення патогенів завдяки продукції органічних кислот і бактеріоцинів, які знижують рН поверхні шкіри. Вони також відіграють ключову роль у модуляції місцевої імунної відповіді через стимуляцію синтезу антимікробних пептидів та демонструють антиоксидантний і протизапальний ефект шляхом зниження прозапальних цитокінів. Постбіотики допомагають запобігти старінню, спричиненому надмірною атакою вільних радикалів, що викликає окислювальний стрес. Крім того, ці компоненти зміцнюють бар'єрну функцію шкіри, стимулюючи синтез керамідів, що суттєво зменшує трансепідермальну втрату вологи. Косметичні засоби з постбіотиками підвищують вологість та еластичність шкіри, можуть зменшувати вміст меланіну та пригнічувати надмірне пігментоутворення.

Пребіотики – це поживні субстрати для «корисних» мікроорганізмів, які підтримують їхнє зростання і активність, не стимулюючи патогени. Вони створюють сприятливе середовище для підтримки нормальної мікрофлори шкіри.

Типові пребіотичні інгредієнти:

- Інулін, альфа-глюкан олігосахарид (з цикорію, буряку);

- β -глюкани (з вівса, дріжджів);
- Фруктолігосахариди;
- Мальтодекстрин, ксиліт, гліцерол.

Пребіотики вибірково стимулюють ріст сапрофітної флори (*Lactobacillus*, *Staphylococcus epidermidis*); зменшують колонізацію шкіри патогенами; підтримують фізіологічний рН; сприяють зволоженню та зменшують подразнення. Пребіотики вводять до емульсій, гелів, кремів. Їх часто комбінують із пробіотичними лізатами.

Пробіотичні засоби забезпечують комплексний ефект: зволоження, зниження запалення, покращення бар'єрних властивостей і нормалізацію рН. На відміну від традиційних антибактеріальних компонентів, вони діють м'яко, фізіологічно та довготривало, сприяючи загальному оздоровленню шкіри.

Використання пробіотиків, пребіотиків і постбіотиків у косметичних засобах є одним із найперспективніших напрямів біотехнологічної косметології. Їхня дія базується не на маскуванні дефектів, а на відновленні природної мікробіологічної рівноваги шкіри.

Біотехнологія суттєво вплинула на косметику, пропонуючи альтернативні методи для створення активних сполук, здатних уповільнювати процес старіння

Біотехнологічні інгредієнти на основі стовбурових клітин створюються з використанням культур рослинних клітин, що мають високу біосинтетичну активність. Вони не містять живих клітин, а представляють собою екстракти, багаті на сигнальні молекули, фактори росту, антиоксиданти.

У стресових умовах рослини мають сильну систему регенерації тканин (меристема, камбій, ін.), яка включає як створення нових рослин, так і відновлення пошкоджених тканин. Саме ці властивості стали основою для розробки сучасних косметичних засобів.

Біотехнологічні активні речовини стали новим поколінням косметичних інгредієнтів, які поєднують високу ефективність і біологічну сумісність із тканинами людини. Їхня дія базується не лише на постачанні поживних

компонентів, а на регулюванні клітинних сигналів і відновленні природних механізмів гомеостазу шкіри. Наприклад, компанія Unhwa Corp. запатентувала антивікову/антиоксидантну композицію, яка містить активний інгредієнт, отриманий із лінії рослинних стовбурових клітин із камбію женьшеню. Продукт має антиоксидантну дію, яка запобігає утворенню реактивних видів кисню (основної причини старіння шкіри) під впливом УФ-світла.

Загалом, стовбуровим клітинам рослин приписують численні корисні косметичні ефекти, включаючи: продовження тривалості життя фібробластів та стимулювання їхньої активності (*Gardenia jasminoides*, *Oryza sativa*); покращення гнучкості епідермісу (*Capsicum annuum*, *Symphytum officinale*); контроль поділу клітин (*Lotus japonicus*, *Oryza sativa*); відновлення пошкоджених клітин епідермісу (*Opuntia spp.*, *Panax ginseng*); ініціювання відновлення клітин ДНК, запобігання оксидативному стресу (*Lycopersicon esculentum*, *Rubus ideaus*, *Citrus limon*); забезпечення захисту від УФ-випромінювання (*Opuntia ficus indica*, *Dolichos biflorus*).

Біологічно активний секрет стовбурових клітин представляє собою унікальний концентрат факторів росту, цитокінів та пептидів, що виступають ключовими регуляторами клітинної регенерації. На відміну від традиційних екстрактів чи вітамінів, ці біотехнологічні компоненти функціонують як сигнальні молекули, зв'язуються зі специфічними рецепторами на поверхні клітин-мішеней, таких як фібробласти та кератиноцити, тим самим запускаючи каскад внутрішньоклітинних реакцій. Вони діють на вищому, регуляторному рівні, коригуючи клітинну поведінку та активуючи внутрішні механізми регенерації, забезпечуючи більш глибокий і стійкий омолоджувальний та відновлювальний ефект.

Цитокінін, який міститься у високих концентраціях у стовбурових клітинах фруктів (малина, цитрусові) є одним із найпотужніших інгібіторів процесу старіння людських клітин. Кінетин — потужний природний антиоксидант, що забезпечує надійний захист ДНК та протеїнового матриксу від

оксидативного стресу. Виконуючи роль біостимулятора, він оптимізує диференціацію кератиноцитів, зміцнює бар'єрну функцію епідермісу та мінімізує трансепідермальну втрату вологи.

Фільтри як особлива група допоміжних речовин у косметиці.

УФ-фільтри (сонцезахисні фільтри) – це спеціальні речовини, які поглинають, відбивають або розсіюють ультрафіолетове випромінювання, запобігаючи його негативному впливу на шкіру (фотостаріння, опіки, рак шкіри).

Ультрафіолетове випромінювання має довжину хвилі від 100 до 380 нм і, залежно від довжини хвилі, може бути класифіковано як УФ-А (320-380 нм), УФ-В (280-320 нм) та УФ-С (100-280 нм). УФ-промені типа А можуть глибше проникати в шкіру і відповідають за канцерогенез шкіри, імуносупресію, гіперпігментацію та старіння шкіри; УФ-В мають вищу енергію фотонів, можуть індукувати потенційно мутагенні ДНК та сприяти утворенню еритеми, пігментації шкіри, фотоімуносупресії та раку шкіри. Негативні наслідки впливу УФ промінів потребують захисту за допомогою косметики. У косметиці УФ-фільтри використовують у сонцезахисних кремах, лосьйонах, спреях, денних кремах, декоративній косметиці, засобах для волосся (захист кольору та структури).

Класифікація фільтрів базується на двох основних критеріях: механізмі дії та спектру захисту.

Хімічні УФ-фільтри (органічні УФ-фільтри) працюють шляхом поглинання УФ-випромінювання та перетворення його на теплову енергію. Вони зазвичай є ароматичними сполуками, які містять карбонільні групи (рис. 2.6). Органічні УФ-фільтри класифікуються на основі загальних хімічних структур, а найважливішими класами є: похідні амінобензойної кислоти, похідні саліцилової кислоти, похідні коричної кислоти, бензофенони, похідні дибензоїлметану, похідні бензилиденкамфори, триазини, похідні бензimidазолу та похідні бензотриазолу.



Рис. 2.6. Класифікація хімічних фільтрів з прикладами [джерело: власна розробка з використанням <https://app.napkin.ai/>]

До переваг хімічних фільтрів відносять легкість текстури, що дозволяє їм добре розподілятися по шкірі, прозорість (не залишають білого нальоту), широкий спектр захисту. У той же час, використання хімічних фільтрів може викликати алергічні реакції у чутливих людей, а також деякі фільтри можуть розкладатися під впливом сонячного світла, знижуючи ефективність захисту.

Фізичні УФ фільтри (мінеральні) працюють шляхом відбиття та розсіювання УФ-випромінювання. Вони є неорганічними сполуками, такими як оксид цинку та діоксид титану. Характеристики продуктивності діоксиду титану та оксиду цинку значно різняться залежно від властивостей конкретного використовуваного сорту (порошок, дисперсія на олійній основі, дисперсія на водній основі). Ризики для здоров'я людини, пов'язані з неорганічними фільтрами, вважаються низькими, враховуючи відсутність черезшкірного всмоктування; однак, існує потенційний ризик при впливі через вдихання, що спонукає до рекомендацій не використовувати сонцезахисні спреї.

Гібридні системи, що стають дедалі популярнішим варіантом, поєднують переваги обох типів фільтрів. Вони пропонують широкий спектр захисту,

хорошу фотостабільність та приємні відчуття під час нанесення. Ці рішення наразі домінують на ринку сонцезахисної косметики.

Перелік УФ-фільтрів, схвалених для використання в косметиці в Україні (близько 30), наведено в Додатку VI до Технічного регламенту про косметику (Регламент (ЄС) № 1223/2009), який також містить їх максимально допустимі концентрації. У США дозволений перелік значно менший (близько 16), але до нього входять фільтри, які ще не затверджені в ЄС.

У косметиці різних країн відрізняється маркування сонцезахисних засобів. На упаковці сонцезахисного крему в Україні пишуть, наскільки добре він захищає шкіру: SPF 30, SPF 50, SPF 50+. **SPF (Sun Protection Factor , сонцезахисний фактор)** допомагає визначити, як довго ви можете залишатися на сонці, перш ніж отримати сонячний опік. Оскільки сонячні опіки викликані УФ-В випромінюванням, SPF не вказує на захист від УФ-А випромінювання, яке може спричиняти рак та передчасне старіння шкіри. Наприклад: без крему почервоніння за 10 хвилин – з кремом SPF 30 можна перебувати на сонці $10 \times 30 = 300$ хвилин (теоретично).

В Європейських країнах прийнято використовувати кружок з написом «UVA» всередині, що свідчить про добрий захист і від UVA, і від UVB. Іноді зустрічається на пакуванні зірочки. Чим більше зірок – тим краще захист від UVA (максимум 5).

УФ-фільтри відіграють вирішальну роль у зниженні ризику різних шкірних захворювань, включаючи сонячні опіки, старіння шкіри та рак.

Тести для самоконтролю

1. Чому концентрація ретинолу в косметичних засобах зазвичай обмежена діапазоном 0,01-0,08%?
 - A. Через ризик виникнення подразнення
 - B. Через високу вартість якісного ретинолу
 - C. Через погану розчинність ретинолу

- D. Через відсутність ефекту при вищих концентраціях
- E. Нормативна заборона використання компоненту

2. Які головні властивості D-пантенолу (провітаміну B5) роблять його популярним у засобах для чутливої шкіри?

- A. Доступність для клітин епідермісу та дерми
- B. Блокування вироблення колагену та еластину
- C. Покращення кровообігу та лімфовідтоку
- D. Пом'якшувальний та протизапальний ефект
- E. Матуючий ефект та звуження пор

3. Для якого типу шкіри найбільше підходять косметичні засоби з маточним молочком?

- A. Для себореїної шкіри, схильної до вугрів та запалень
- B. Для сухої шкіри, схильної до лущення
- C. Для гіперчутливої шкіри
- D. Для шкіри з порушеною пігментацією
- E. Для пацієнтів з гіпергідрозом

4. Яку функцію виконує бджолиний віск у складі емульсійних косметичних засобів (кремів)?

- A. Джерело вітаміну А
- B. Розчинник водних екстрактів
- C. Емульгатор та загусник
- D. Піноутворювач
- E. Консервант

5. Яка біологічна роль фукоїдану водоростей?

- A. Розчинення міжклітинного матриксу

- V. Інгібування тирозинази
 - C. Кератолітична дія
 - D. В'язуча дія
 - E. Протизапальна дія
6. Який полісахарид червоних водоростей використовується як гелеутворювач у косметиці?
- A. Агар
 - B. Альгінат
 - C. Ульван
 - D. Ламінарін
 - E. Фукоїдан
7. Які пептиди стимулюють синтез колагену та еластину?
- A. Пептиди-носії
 - B. Сигнальні пептиди
 - C. Нейропептиди
 - D. пептиди, що гальмують ферменти
 - E. протизапальні пептиди
8. Які інгредієнти належать до пребіотиків?
- A. β -глюкани, інулін
 - B. Карнозин
 - C. Лізати *Lactobacillus*
 - D. Ферменти *Streptococcus*
 - E. Тетрапептид
9. Який основний механізм дії хімічних (органічних) УФ-фільтрів?
- A. Відбиття УФ-променів

- В. Розсіювання УФ-променів
- С. Поглинання УФ та перетворення його на тепло
- Д. Механічне блокування променів
- Е. Проходження хімічних реакцій

10. Які речовини належать до фізичних (мінеральних) УФ-фільтрів?

- А. Похідні дибензоїлметану
- В. Бензофенони
- С. Оксид цинку
- Д. Триазини
- Е. Похідні коричної кислоти

Список використаної літератури

Нормативно-законодавчі документи

1. Технічний регламент на косметичну продукцію [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bit.ly/3B2YpPK>

Основна

2. Федорова О. В. Технологія та застосування лікувально-косметичних засобів : навч. посібник / О. В. Федорова, Р.О. Петріна, Н. Л. Заярнюк [та ін.]. - Л. : Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 244 с.

Додаткова

3. A comprehensive review on the beneficial roles of vitamin D in skin health as a bio-functional ingredient in nutricosmetic, cosmeceutical, and cosmetic applications [Електронний ресурс] / S. N A. Papadopoulou, E. A. Anastasiou, T. Adamantidi et al. //Applied Sciences. – 2025. – Vol 15, Is. 2. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/app15020796>
4. Advances in Smart Nanomaterials and their Applications [Електронний ресурс] / Ed. by A. Husen, K Siddiqi. - [S. 1]: Elsevier, 2023. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/C2021-0-02202-1>

5. Applications of Probiotic Constituents in Cosmetics [Электронный ресурс] / J. Dou, N. Feng, F. Guo et al. // *Molecules*. – 2023. – Vol. 28, Is. 19. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules28196765>
6. Badilli U. Current Approaches in Cosmeceuticals: Peptides, Biotics and Marine Biopolymers [Электронный ресурс] / U. Badilli, O. Inal // *Polymers*. – 2025. – Vol. 17, Is. 6. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/polym17060798>
7. Bhoir T. Biotech beauty: A novel perspective in cosmetics / T. Bhoir, S. Jadhav, N. Khatri // *International Journal of Advances in Pharmacy Medicine and Bioallied Sciences*. – 2022. – Vol. 10. – P. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7053306>
8. Cosmeceuticals: A Review of Clinical Studies Claiming to Contain Specific, Well-Characterized Strains of Probiotics or Postbiotics [Электронный ресурс] / I. M. Theodorou, D. Kapoukranidou, M. Theodorou et al. // *Nutrients*. – 2024. – Vol. 16, Is. 5. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/nu16152526>
9. Health Effects of Dyes, Minerals, and Vitamins Used in Cosmetics / E. Wargala, M. Sławska, A. Zalewska, M. Toporowska // *Women*. – 2021. – Vol. 1. Is. 4. – P. 223-237. DOI: <https://doi.org/10.3390/women1040020>
10. Krasteva G. Recent applications of plant cell culture technology in cosmetics and foods / G. Krasteva, V. Georgiev, A. Pavlov // *Engineering in Life Sciences*. – 2021. – Vol. 21, Is. 3-4. – P. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.1002/elsc.202000078>
11. Peptides in Cosmetics: From Pharmaceutical Breakthroughs to Skincare Innovations [Электронный ресурс] / Y. Tang, T. Nie, L. Zhang et al. // *Cosmetics*. – 2025. – Vol. 12, Is. 3. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/cosmetics12030107>
12. Peptides: Emerging Candidates for the Prevention and Treatment of Skin Senescence: A Review [Электронный ресурс] / A. Pintea, A. Manea, C. Pintea et al. // *Biomolecules*. – 2025. – Vol. 15, Is. 1. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/biom15010088>

13. Plant Stem Cells in Cosmetic Industry [Электронный ресурс] / V. Gardiki, P. Pavlou, A. Siamidi et al. // *Plants*. – 2025. – Vol. 14, Is. 3. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/plants14030433>
14. Pniewska A. A Survey of UV Filters Used in Sunscreen Cosmetics / A. Pniewska, U. Kalinowska-Lis // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14, Is. 8. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/app14083302>
15. Puebla-Barragan S. Probiotics in Cosmetic and Personal Care Products: Trends and Challenges [Электронный ресурс] / S. Puebla-Barragan, G. Reid // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26, Is. 5. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules26051249>
16. Ultraviolet Filters for Cosmetic Applications / G. Nitulescu, D. Lupuliasa, I. Adam-Dima, G. M. Nitulescu // *Cosmetics*. – 2023. – Vol. 10, Is. 4. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/cosmetics10040101>
17. Utilization and Bio-Efficacy of Carotenoids, Vitamin A and Its Vitaminoids in Nutricosmetics, Cosmeceuticals, and Cosmetics' Applications with Skin-Health Promoting Properties [Электронный ресурс] / T. Adamantidi, MP Lafara, M. Venetikidou et al. // *Applied Sciences*. – 2025. – Vol 15, Is. 3 . – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/app15031657>

Тема 3. Застосування продуктів рослинного походження при виготовленні лікувальних косметичних засобів

Форма і тривалість заняття: самостійна (2 години)

Дидактичні цілі та мотивація заняття: систематизувати знання про рослинні компоненти (олії, екстракти, гідролати) як основу натуральної косметики. Сформувати розуміння зв'язку між їхнім хімічним складом та біологічною дією, розвинути вміння аналізувати склад (INCI), обґрунтовано вибирати інгредієнти для створення ефективних засобів та професійно консультувати споживачів щодо їхніх властивостей.

Перелік контрольних питань

1. Застосування рослинних олій у косметичних засобах.
2. Характеристика та біологічні властивості ефірних олій, їх застосування у косметичних засобах.
3. Використання екстрактів та гідролатів як складових косметики.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

Застосування рослинних олій у косметичних засобах

Рослинні жири – це зазвичай нелеткі та стабільні при кімнатній температурі олії із вмістом тригліцеридів більш ніж 95%. Вони широко використовуються у складі косметичних засобів завдяки їх пом'якшувальним, розгладжувальним, протизапальним, захисним властивостям. Рослинні олії можуть виступати як активний інгредієнт, так і допоміжної.

Рослинні олії містять насичені жирні кислоти, такі як лауринова, пальмітинова, капрінова та стеаринова, а також ненасичені жирні кислоти, наприклад, лінолеву, ліноленову, олеїнову та пальмітолеїнову.

Основним недоліком більшості природних олій є їх нестійкість (схильність до згіркання), через що використовують гідрогенізовані похідні натуральних олій.

У косметичці рослинні олії та їх гідрогенізовані аналоги використовують як зволожувач шкіри завдяки здатності уповільнюють втрату води шкірою, утворюючи бар'єр на її поверхні. Складові олій роблять їх цінними компонентами омолодження шкіри. Вони також діють як антиоксиданти та антимікробні агенти, що забезпечує так необхідний «поверхневий» догляд за шкірою (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Властивості рослинних олій у засобах догляду за шкірою [джерело: власна розробка]

Олію жожоба (масло жожоба) отримують із насіння Симмондсії китайської (жожоба). Олія жожоба широко застосовується з косметичною метою. Вона практично не містить гліцерину, але багата на мононенасичені спирти та довголанцюгові жирні кислоти, здебільшого 11-ейкозенову, а також ерукову та олеїнову. Вміст інших жирних кислот незначний (рис. 3.2).

Її склад близький до ліпідів шкіри людини, тому використання є сприятливим: усуває надлишок природнього жиру та зменшує акне. Завдяки

подібності до шкірного сала, олія жожоба діє як природний кондиціонер для волосся, усуває лупу, відновлює пошкоджене та ламке волосся, зміцнює кутикулу нігтів, виступає як зволожувач, утворюючи захисну плівку на шкірі.



Рис. 3.2. Основні ЖК олії жожоба [джерело: власна розробка з використанням зображення <https://www.ubuy.tg/>]

Олію жожоба використовують для виготовлення зимових лосьйонів, лосьйонів для рук та тіла, лосьйонів для засмаги, олій для тіла та ванн, зволожуючих засобів, кремів для обличчя та гоління, туші та інших засобів.

Олія жожоба зменшує пошкодження шкіри ультрафіолетовим випромінюванням, підтримує синтез колагену та є профілактичним засобом проти раку шкіри. У медицині вона може бути використана у виробництві засобів для лікування вугрів, опіків та псоріазу, стимулювання росту волосся. Традиційно олія жожоба використовується для лікування екземи, сприяє відновленню шкірного бар'єру при себорейному та atopічному дерматитах, розацеа. Але необхідно враховувати, що ерукова кислота, що міститься у олії жожоба, може викликати свербіж, набряк обличчя, почервоніння та висипання.

Крім олії жожоба із Симмондсії китайської отримують:

- *спирт жожоба*: спиртова фракція омилення олії, використовується у косметичних препаратах, містить насичені та ненасичені довголанцюгові спирти з довжиною ланцюга 16 та 26 атомів вуглецю;

- *ефіри жожоба*: використовуються в косметиці та засобах особистої гігієни для зволоження, відновлення шкірного бар'єру та захисної дії. Гідролізовані ефіри жожоба утворюються шляхом взаємодії олії жожоба з гідроксидом калію з утворенням жожобату калію, спиртів жожоба та води.

- *протеїни жожоба*: зазвичай виконують роль кондиціонера для волосся та шкіри; високомолекулярні гідролізовані протеїни жожоба можуть зволожувати поверхню шкіри, зменшуючи зморшки;

- *віск жожоба* майже повністю (97%) складається з моноефірів довголанцюгових жирних кислот і спиртів, що супроводжується невеликою часткою тригліцеридних ефірів;

- *знежирене борошно жожоба* має абразивні використовується для м'якого очищення та зволоження шкіри у складі гелів для душу, миючих засобів для обличчя, скрабів для рук і тіла та мила.

Масло (олія) какао (*cocoa butter, oleum theobromatis; CAS №8002-31-1*) – природній рослинний жир, жовтувата або біла ламка маса з ароматним запахом какао та приємним смаком, який видобувають із бобів рослини какао (*Theobroma cacao*). Жирними кислотами олії какао є арахідонова, лінолева, олеїнова, пальмітинова, пальмітолеїнова та стеаринова (рис. 3.3). Крім жирних кислот, масло какао містить фітостероли (β-ситостерол, стигмастерол, кампестерол), токоферол, вітамін А та інші компоненти.



Рис. 3.3. Жирнокислотний склад олії какао [джерело: власна розробка з використанням зображення <https://www.shutterstock.com/>]

Виділяють до 6 модифікацій масла какао, які відрізняються стабільністю та температурою плавлення (рис. 3.4). Найбільш стабільною є β -модифікація з температурою плавлення 32-36°C. При зберіганні при температурі 10°C і нижче, утворюється модифікація з температурою плавлення 24-26°C, а при нагріванні вище 35°C – поліморфні модифікації з температурою плавлення 18-34°C.

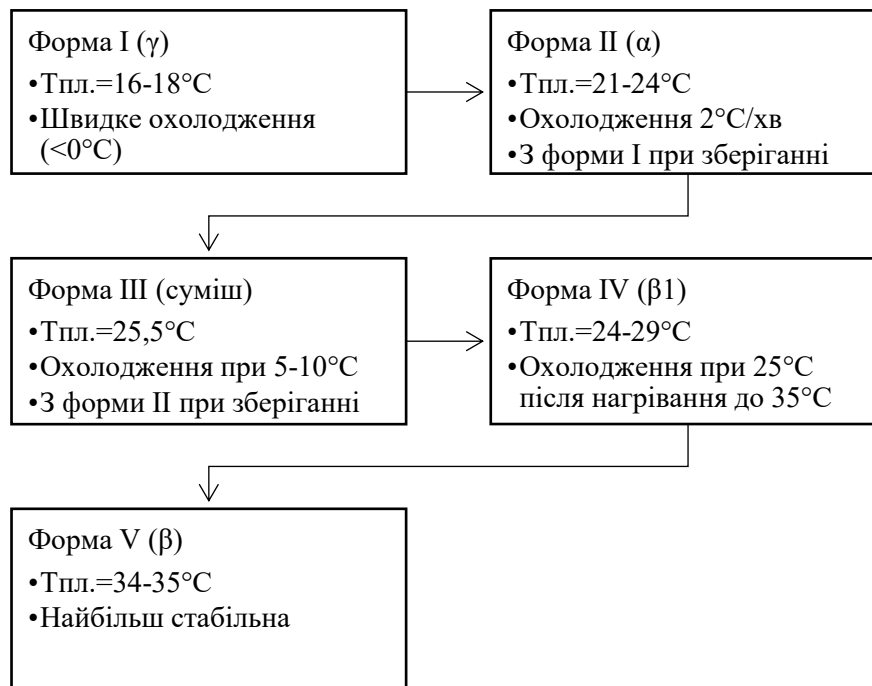


Рис. 3.4. Властивості різних форм масла какао [джерело: власна розробка]

Завдяки наявності насичених жирів і антиоксидантів масло какао входить до складу кремів для обличчя, мил, бальзамів для губ, лосьйонів для тіла, скрабів для тіла, шампунів, кондиціонерів і багатьох інших продуктів. Його також можна застосовувати замість бальзаму для губ. Масло какао живить волосся, підтримуючи природне вироблення жиру шкіри голови, мінімізує лупу, лікує пошкодження волосся. Використовується як кондиціонер для волосся, який робить волосся м'яким, блискучим, як бальзам для укладання волосся. Може увходити до засобів для гігієни порожнини рота.

Вміст вітамінів А та Е зумовлює заспокоюючу дію масла какао на шкіру голови та ефективність його застосування у людей з екземою, дерматитом, алергією. Присутність олеїнової, пальмітинової та стеаринової кислот робить його найкращим засобом догляду за шкірою. Також допомагає зволожити шкіру, зменшити шрами та розтяжки. Завдяки наявності природніх антиоксидантів, бореться із вільними радикалами і допомагає проти появи ознак старіння, зморшок, темних плям.

Слід уникати використання масла какао тим, у кого алергія на какао. Через комедогенну природу масла какао (викликає закупорку пор), не можна застосовувати його, якщо на шкірі є вугрі.

Кокосове масло (кокосова олія, *Cocoonat oil, cicoanut butter, CAS №8001-31-8*) – це жирна олія, одержана із висушеної твердої частини ендосперму *Cocos nucifera L.*, з подальшим рафінуванням.

Рафінована кокосова олія – це біла масляниста маса, консистенція якої залежить від температури. Температура плавлення кокосової олії становить від 23 до 26°C. При 28-30°C це прозора безбарвна або світло-жовта рідина, 20°C – напівтверда речовина, нижче 15°C – тверда крихка кристалічна речовина.

Кокосова олія багата на жирні кислоти: лауринову, міристинову, пальмітинову та інші (рис. 3.5).

Кокосова олія традиційно використовується як основа для м'яких лікарських форм, входить до складу препаратів для нанесення на шкіру голови та дерматологічних, виявляє протигрибкову активність відносно певних видів *Candida* і використовується у лосьйонах для лікування педикульозу. Складники кокосової олії дозволяють захистити шкіру від впливу УФ-випромінювання.

У дослідженнях кокосова олія зменшує трансепідермальну втрату води, покращує функцію шкірного бар'єру.

Не слід застосовувати кокосову олію безпосередньо на обличчя людям із жирною шкірою – це може викликати закупорювання пор.

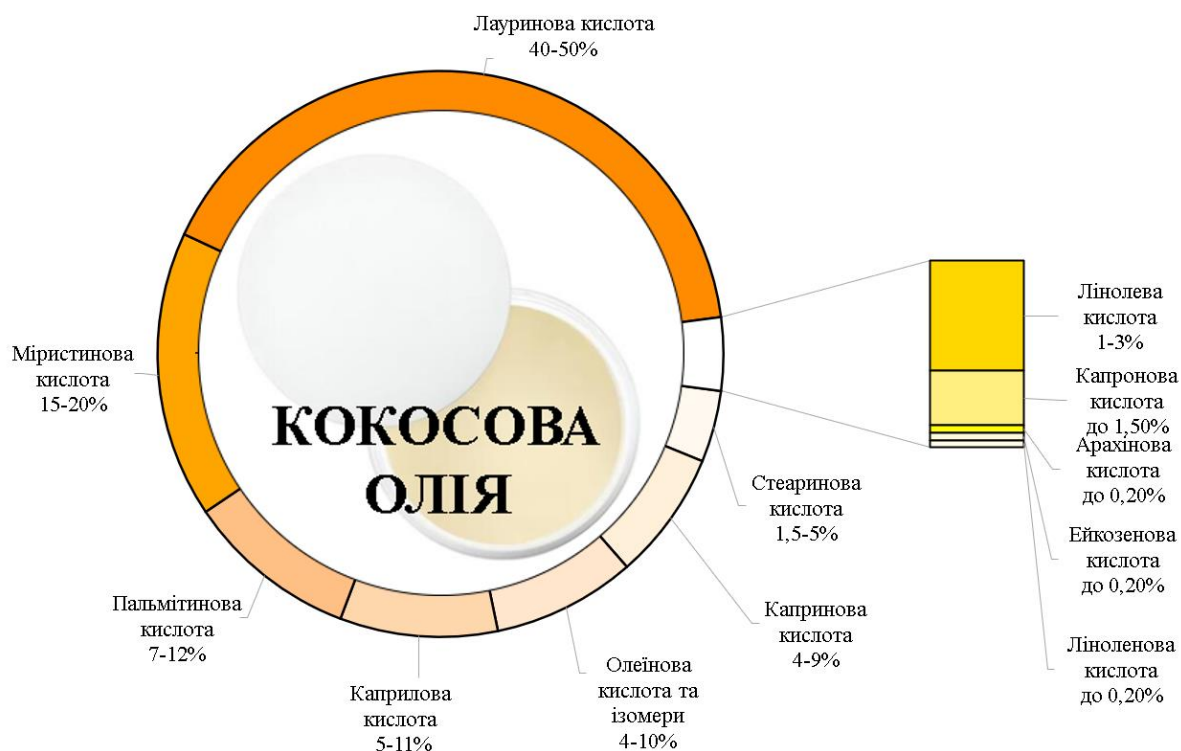


Рис. 3.5. Склад кокосової олії рафінованої відповідно до ДФУ 2.0 [джерело: власна розробка з використанням зображення <https://tabletki.ua/>]

Мигдальну (мигдалеву) олію одержують зі стиглого насіння *Мигдаля* методом холодного пресування. Це прозора рідина жовтого або блідо-жовтого кольору, мало розчинна в етанолі 96%, змішується з петролейним ефіром. Мигдалева олія відноситься до невисихаючих олій.

Жирнокислотний склад мигдалевої олії надано на рис. 3.6. Мигдальна олія містить не тільки жирні кислоти, але й каротиноїди, токофероли, вітамін В7 (біотин), цинк, мідь, магній, фосфор. Мигдаль також містить похідні кверцетину, кемпферолу, катехін, протокатехінову, ванілінову та п-гідроксибензойну кислоти.

Мигдальна олія холодного віджиму, отримана із солодкого мигдалю, оптимальна для сухої та чутливої шкіри. Вона швидко всмоктується, не лишає жирних слідів, зволожує шкіру та надає їй пружності. Завдяки вмісту цинку та поживних речовин, мигдальна олія усуває плями, розтяжки, шрами.



Рис. 3.6. Основні жирні кислоти мигдалевої олії [джерело: власна розробка із застосуванням зображення, створеного ШІ «Творець зображень»]

Регулярне застосування мигдального масла допомагає вирівняти тон шкіри та усунути засмагу. Жирні кислоти сприяють очищенню шкіри, ретинол – прискорює оновлення. Мигдальна олія заспокоює шкіру та зменшує висипання та запалення, викликані алергією, депіляцією або укусами комарів, має антиоксидантну дію.

Оливкова (маслинова) олія. За ДФУ *маслинова олія рафінована* (*Olivae oleum raffinatum; Olive oil, refined*) – це невисихаюча жирна олія, одержана рафінуванням неочищеної маслинової олії, одержаної із стиглих плодів *Olea europaea L.* методом холодного пресування або іншим підходящим механічним способом. Вона є прозорою, безбарвною або зеленувато-жовтою рідиною, практично не розчинною в етанолі 96%, змішується з петролейним ефіром.

ДФУ регламентує склад фракції жирних кислот рафінованої маслинової олії. У частині олії, що не омилується, містяться ситостерол, холестерол, 7-сигмастерол, кампастерол і сквален. Крім того, маслинова олія містить вітаміни Е, К та більш ніж 30 фенольних сполук: секоїридоїди (олеуропеїн, олеацин та ін.), прості феноли (гідрокситиразол, тиразол, ванільна кислота та ін.), поліфеноли (лігнани та флавоноли, лютеолін, апігенін, кемпферол, кавава кислота тощо).

Фенольні сполуки, що містяться в оливковій олії або отримуються із сировини після екстрагування олії, мають антиоксидантний, протизапальний, ранозагоювальний ефект. Олеуропеїн – одна з основних фенольних сполук оливкової олії, що виявляє антиоксидантні властивості, захищає шкіру від пошкодження ультрафіолетом, покращує загоєння ран, ріст волосся.

Серед ліпофільних компонентів оливкової олії особливу зацікавленість викликають олеїнова, лінолева та ліноленова кислоти, вітамін Е, каротиноїди та сквален. Олеїнова кислота сприяє проникненню окремих інгредієнтів крізь шкірний бар'єр. Незамінні поліненасичені жирні кислоти лінолева і ліноленова є важливими компонентами клітинної мембрани, які не можуть бути синтезовані організмом. Їх місцеве застосування може сприяти поліпшенню стану шкіри при псоріазі, дерматиті та екземі, зволожуючи суху шкіру, що лущиться, відновлюючи її еластичність та гнучкість. Також вони мають протиподразнювальну та протизапальну дію, захищають шкіру від пошкоджень, спричинених УФ-випромінюванням.

Вітамін Е міститься у оливковій олії у формі α -токоферолу, що є відомим ліпофільним антиоксидантом. Він широко використовується у місцевих засобах завдяки своїй здатності поглинати вільні радикали, запобігати окисненню ліпідів та захищати клітинні мембрани, а також участі у сигнальних шляхах щодо запалення, апоптозу та диференціації клітин. Вітамін Е та гідрокситирозол можуть відновити гладкість шкіри, захищаючи шкіру від ультрафіолетового випромінювання та пошкодження вільними радикалами.

Каротиноїди оливкової олії, зокрема β -каротин, при місцевому застосуванні запобігають пошкодженню дерми УФ-випромінюванням, зменшують окислювальний стрес, запобігають втраті антиоксидантних ферментів і апоптозу фібробластів, виявляють протизапальну дію.

Сквален використовується у косметиці як кондиціонер для волосся та шкіри, пом'якшувач і розчинник. Його можна використовувати місцево як антиоксидант, антибактеріальний або протигрибковий засіб. Сквален захищає

шкіру, ймовірно, поглинаючи синглетний кисень, що утворюється під дією ультрафіолетового світла.

Оливкова олія є поширеним інгредієнтом для косметичних засобів, таких як масажна олія, креми, лосьйони, косметичні мазі, шампуні, сприяючи відновленню природних ліпідів, утриманню води в роговому шарі шкіри та покращенню клітинного оновлення, додаючи шкірі пружності та еластичності. Оливкова олія може бути використана для лікування сухості та свербіжу, у тому числі викликаних зневодненням шкіри.

Соєву олію одержують з насіння *Glycine max (L.) Merr.* екстракцією із подальшим очищенням. *Рафінована соєва олія* є прозорою рідиною блідо-жовтого кольору, практично не розчинна в етанолі 96%, змішується з петролейним ефіром. *Гідрогенізовану соєву олію* одержують шляхом очищення, освітлення, гідрогенізації та дезодорування олії з насіння *Glycine max (L.) Merr.* Це маса або порошок білого або майже білого кольору, що при нагріванні розплавляється до прозорої рідини блідо-жовтого кольору, практично не розчиняється у воді та легко розчиняється у метиленхлориді, петролейному ефірі після нагрівання та в толуолі, дуже мало розчинна в етанолі 96%. Температура плавлення гідрогенізованої соєвої олії – 66-72°C. Твердне при температурі від -10 до -16°C.

Рафінована соєва олія багата на лінолеву, олеїнову, ліноленову кислоту, гідрогенізована соєва олія містить переважно тригліцериди пальмітинової та стеаринової кислот (рис. 3.7).

Соєва олія належить до напіввисихаючих олій. Її використовують у складі лікувальних та косметичних засобів – емульсій, а також у складі ліпосом, мікросфер, нанокапсул, у самоемульгуювальних системах та наноемульсіях. Широко застосовується у складі засобів для ванн, призначених для лікування сухості шкіри.

Рафінована

- Ненасичені ЖК з довжиною ланцюга менше C_{14} - до 0,1%
- Міристинова кислота - до 0,2%
- Пальмітинова кислота - від 9,0% до 13,0%
- Пальмітолеїнова кислота - до 0,3%
- Стеаринова кислота - від 2,5% до 5,0
- Олеїнова кислота від 17,0% до 30,0%
- Лінолева кислота - від 48,0% до 58,0%
- Ліноленова кислота - від 5,0% до 11,0%
- Арахінова кислота - до 1,0%
- Ейкозенова кислота - до 1,0%
- Бегенова кислота - до 1,0%



Соева олія



Гідрогенізована

- Ненасичені ЖК з довжиною ланцюга менше C_{14} - до 0,1%
- Міристинова кислота - до 0,5%
- Пальмітинова кислота - від 9,0% до 16,0%
- Стеаринова кислота - від 79,0% до 89,0
- Олеїнова кислота та ізомери - до 4,0%
- Лінолева кислота та ізомери - до 1,0%
- Ліноленова кислота та ізомери - до 0,2%
- Арахінова кислота - до 1,0%
- Бегенова кислота - до 1,0%

Рис. 3.7. Основні жирні кислоти соєвої олії [джерело: власна розробка із використанням зображення, створеного ШІ «Творець зображень»]

Соняшникова олія (*Соняшникова олія рафінована, Helianthi annui oleum raffinatum; Sunflower Oil, Refined*) – жирна олія, одержана з насіння соняшнику однорічного (*Helianthus annuus L.*) механічним пресуванням або екстракцією з подальшим рафінуванням. Це прозора олієподібна рідина світло-жовтого, рідше жовтого кольору, зі слабким своєрідним запахом та приємним смаком. Соняшникова олія в основному складається із тригліцеридів жирних кислот: лінолева, олеїнова, пальмітинова, стеаринова кислоти (рис. 3.8).

Соняшникова олія використовується у складі рідких та м'яких косметичних композицій – мазей, лініментів, кремів як наповнювач, розріджувач, емульгатор, розчинник та пом'якшувач.

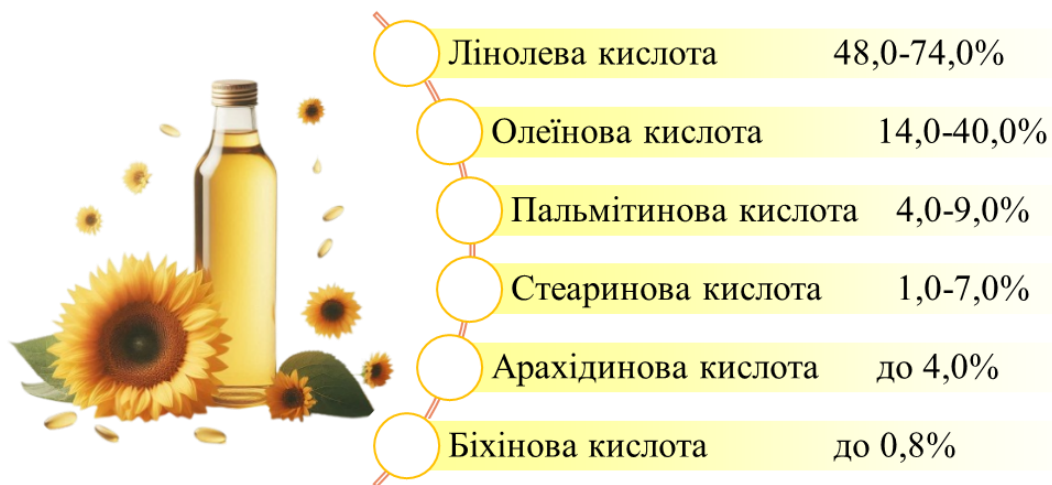


Рис. 3.8. Основні жирні кислоти соняшникової олії [джерело: власна розробка із використанням зображення, створеного ШІ «Творець зображень»]

Введення соняшникової олії до складу засобів для шкіри навколо очей дозволяє створити захисний шар, який попереджає втрату вологи. Також вона запобігає пошкодженню шкіри внаслідок надмірного перебування на сонці та освітлює небажану засмагу; уповільнює появу зморшок і тонких ліній. Завдяки вмісту вітаміну Е; запобігає появі білих і чорних вугрів. Багата на антиоксиданти, вітаміни та жирні кислоти, вона розгладжує подразнену, грубу, запалену шкіру, живить та зміцнює волосся. Вміст лінолевої кислоти робить соняшкову олію корисною при лікуванні облісіння.

Масло (олія) ши (каріте) виробляється із горіхів дерева ши (*Vitellaria paradoxa ssp. paradoxa, ssp. nilotica*), які мають високий вміст олії. Серед жирних кислот переважають стеаринова та олеїнова кислоти, менший вміст лінолевої (4-7%) та арахідонової (1-2%) кислот. Вміст неомилюваних компонентів – один з найвищих серед рослинних олій (5-7%, іноді навіть вище за 19%). У складі неомилюваного залишку – речовини із антиоксидантними, протизапальними, протипухлинними, УФ-захисними властивостями та властивостями інгібування протеази: фітостероли, тритерпени, поліізопренові вуглеводні (каритени), токофероли та катехіни. Масло ши підвищує вироблення колагену, одночасно

інактивуючи протеази, такі як металопротеази (наприклад, колагеназа), а також серинову протеазу (наприклад, еластазу).

Масло ши входить до рецептур олії для тіла, лосьйонів, кремів для рук, кремів для губ, мазей, шампунів, кондиціонерів, твердого мила, туалетного паперу, рідини для миття та вологих серветок.

Олію абрикосу отримують із кісточок абрикосу (*Prunus armeniaca*) і широко застосовують у косметичній промисловості. Масло абрикосових кісточок містить близько 13% насичених і 86% ненасичених жирних кислот, включаючи 60-70,9% олеїнової кислоти, 20-30% лінолевої кислоти, 0,08-0,13% ліноленової кислоти, 4-4,5% пальмітинової кислоти, 1-1,24% стеаринової кислоти тощо. Крім високого вмісту ненасичених жирних кислот, абрикосова олія багата фенольними сполуками та каротиноїдами (β -криптоксантин, β -каротин, лютеїн і зеаксантин), містить сквален, фітостероли, β -ситостерин, токохроманоли тощо.

Завдяки антимікробній, протигрибковій, антиоксидантній, антисептичній, антивіковій, антибактеріальній та пом'якшувальній дії, олія абрикосу має потенціал для застосування у фармацевтиці. Терапевтичний потенціал абрикосової олії частково пояснюється високим вмістом ненасичених жирних кислот, сквалену та фітостеролів, каротиноїдами. Бета-естрадіол (E2), присутній в абрикосовій олії, посилює вироблення колагену.

Арахісова олія присутня на ринку у вигляді гідрогенізованої або рафінованої арахісової олії.

Арахісова олія гідрогенізована (*Arachidis oleum hydrogenated; Arachis oil, hydrogenated*) – олія, одержана шляхом очищення, освітлення, гідрогенізації та дезодорації олії, одержаної з лущеного насіння *Arachidis hypogaea L.* Це біла або слабо-жовта маса, що при нагріванні розплавляється до прозорої рідини блідо-жовтого кольору. Практично не розчиняється у воді, легко розчиняється у метиленхлориді та петролейному ефірі, дуже мало розчинна в етанолі (96%).

Арахісова олія рафінована (Arachidis oleum raffinatum; Arachis oil, refined)

– жирна олія, одержана із лущеного насіння *Arachidis hypogaea L.* Це прозора, в'язка рідина жовтавого кольору, дуже мало розчинна в етанолі (96%), змішується з петролейним ефіром.

ДФУ 2-го видання визначає склад фракції жирних кислот гідрогенізованої та рафінованої арахісової олії. Крім широкого спектру жирних кислот, арахісова олія містить феноли та токофероли. Основними фенольними компонентами арахісової олії є катехін, нарингенін, хлорогенова, кофейна, ферулова, галова кислоти, кепферол, лютеолін, рутин, кверцетин тощо. Серед токоферолів переважають α - та β -токофероли. Загальний вміст токоферолу в арахісовій олії холодного віджиму становить до 295,6 мг/кг. Фітостерини становлять найбільшу частку неомилуваної фракції олії. Переважаючими фітостеринами в арахісовій олії є ситостерин, кампестерол, стигмастерол і Δ -5-авенастерол.

Арахісова олія широко використовується у складі косметичних засобів, зокрема кондиціонуючих міючих засобів з довготривалими властивостями спінювання, засобів для живлення та зволоження шкіри.

Олія виноградних кісточок – олія холодного віджиму, що отримують із кісточок плодів винограду (*Vitis vinifera*). Вона багата на ненасичені жирні кислоти, фенольні кислоти, токофероли, фітостероли (β -ситостерин, стигмастерол та кампестерол) та інші жиророзчинні сполуки. Основними жирними кислотами олії виноградних кісточок є лінолева (до 78%), олеїнова (до 20%), пальмітинова та стеаринова кислоти. Складники олії виноградних кісточок демонструють антиоксидантну, протимікробну, протизапальну, протипухлинну та серцево-судинну захисну дію. Каротиноїди мають антиоксидантну дію. Високий вміст вітаміну Е зумовлює антиоксидантні властивості. Із виноградних кісточок можна отримати сквален, який використовуватися в косметичній та фармацевтичній промисловості.

Олія виноградних кісточок дуже популярна в продуктах для шкіри завдяки своїм антиоксидантним, пом'якшувальним, зволожуючим ефектам та

ефективності проти зморшок. Олія червоних виноградних кісточок також використовується у винотерапії для масажу всього тіла на етапі відлущування.

Насичені стеаринова та пальмітинова жирні кислоти в олії виноградних кісточок можуть бути використані у виробництві мила, миючих засобів та інших косметичних продуктів.

Олію коноплі (конопляну олію, олію конопель, *Hempseed oil*) отримують із насіння промислових сортів *Cannabis sativa L.*, які характеризуються низьким вмістом тетрагідроканабінолу. Конопляна олія – це жирна рослинна олія, що має темний або світлий жовтий колір з зеленуватим відтінком, рідка при кімнатній температурі (температура плавлення -8°C), має м'який смак і горіховий аромат.

Конопляна олія характеризується надзвичайно високим вмістом поліненасичених жирних кислот (72-83%), у тому числі незамінних лінолевої (50-70%) та ліноленової (до 34%). Вміст насичених жирних кислот, пальмітинової та стеаринової кислот в конопляній олії коливається від 5% до 9% і від 2% до 3% відповідно.

Завдяки унікальному хімічному складу, конопляна олія приваблива для використання у складі продуктів для догляду за шкірою. Існують численні косметичні продукти на основі конопляної олії, такі як лосьйони, олії, креми, шампуні, зубні пасти, рідини для полоскання рота. Вона використовується як олійна фаза, пом'якшувач та джерело вітамінів, входить до складу мазей.

Конопляна олія класифікується як некомедгенна (не спричиняє появу вугрів), а також не лишає жирного шару після нанесення. Рекомендується як інгредієнт косметичних засобів для всіх типів шкіри (суха, жирна, комбінована, нормальна), але особливо для шкіри, схильної до екземи, псоріазу або атопічного дерматиту. Результати досліджень показали, що конопляна олія збільшує вміст вологи у шкірі, товщину шкіри та кількість волосяних фолікулів, полегшує симптоми сухості шкіри та свербіння.

Крім незамінних жирних кислот, конопляна олія містить каротиноїди, які уповільнюють процес старіння шкіри завдяки своїм антиоксидантним

властивостям і поглинанню ультрафіолету. Також каротиноїди покращують гідратацію та регенерацію шкіри та стимулюють фібробласти для виробництва колагену та еластину. Фітостероли, присутні в конопляній олії, впливають на зволоження сухої шкіри, покращують функцію шкірного бар'єру та еластичність шкіри. Олія також багата на вітаміни групи В (В1, В2, В6), Е, К, макро- та мікроелементи. За хімічним складом близька до олії льону і в деяких випадках може її замінити. Відмічають певні антимікробні властивості конопляної олії, зокрема проти *Bacillus subtilis* і *Staphylococcus aureus*.

Ляну олію (олія льону, *Linseed oil*) отримують із насіння льону (*Linum usitatissimum* L.). Це масляниста рідина від коричневого до золотавого кольору зі специфічним запахом. Належить до швидковисихаючих олій, легко полімеризується у присутності кисню з утворенням міцної прозорої плівки. Вміст олії у насінні льону складає 20-45%. Ляна олія відома як найбагатше джерело α -ліноленової кислоти (50-62%), яка є однією з незамінних жирних кислот. Також ляна олія багата на олеїнову, лінолеву, стеаринову, пальмітинову кислоти. У ній містяться фенольні сполуки, представлені в гідроксильованих формах бензойної та коричної кислот, кумаринів, флавоноїдів і лігнанів. Вміст фітостеролів у ляній олії становить до 4072 мг/кг. Основними фітостеролами є стигмастерин (β -ситостерин), кампестерол і Δ -5 авенастерол. Також олія льону багата вітамінами F, А, Е, В, К.

Антиоксидантні, регенеруючі та протизапальні властивості роблять ляну олію цінним компонентом косметичних засобів. Олія льону використовується у парфумерно-косметичній промисловості як олійна база та пом'якшувач. Її жирні кислоти, особливо поліненасичені, корисні для регідратації сухої та сверблячої шкіри, а антиоксиданти дозволяють захистити шкіру від пошкодження УФ-променями. Дослідження, проведені із ляною олією, виявили значне зниження чутливості і трансепідермальної втрати води з одночасним підвищенням гладкості та зволоженості шкіри. Щоденне вживання покращує стан шкіри. Ляну олію використовують для лікування акне, псоріазу і розацеа.

Характеристика та біологічні властивості ефірних олій, їх застосування у косметичних засобах

Ефірні олії – це леткі, з характерним сильним запахом і смаком, маслянисті, безбарвні або слабко забарвлені високогідрофобні рідини, отримані з ароматичних рослин. На відміну від справжніх жирів, вони не залишають жирових плям на папері, тому що випаровуються вже при кімнатній температурі. Вони не розчиняються у воді, але розчиняються в спирті, можуть змішуватися з жирними оліями, хлороформом і петролейним ефіром. Для застосування в косметології ефірні олії можуть змішувати також з глиною, медом і морською сіллю.

Ефірні олії характеризуються високою біологічною та хімічною активністю. Під впливом світла вони швидко окиснюються, тому їх слід зберігати у темних скляних флаконах та в темному й прохолодному місці. Для запобігання контакту з повітрям важливо, щоб флакон був щільно закритим. Зазвичай ефірні олії зберігають у холодильнику, хоча деякі з них можуть зберігатися при кімнатній температурі, що може навіть покращити їх властивості.

З хімічної точки зору, ефірні олії є дуже складними сумішами низькомолекулярних летких сполук (у деяких випадках їх понад 100) у досить різних концентраціях. Основними компонентами більшості ефірних олій є ліпофільні терпеноїди, фенілпропаноїди (ароматичні сполуки) і похідні аліфатичних вуглеводнів з коротким ланцюгом (терпени). Останні включають вуглеводні, складні ефіри, альдегіди, кетони, спирти, оксиди, похідні фенолів, ароматичні або прості ефіри.

Сьогодні відомо близько 2000 рослин, з яких одержують ефірні олії. Етапи отримання ефірних олій залишаються однаковими, незалежно від рослини та способу, що використовується. Спочатку необхідно витягти ароматичні молекули, які є складниками ефірної олії, потім відокремити їх від середовища.

Вибір того чи іншого методу залежить від сировини, бажаної якості продукту та передбачуваної мети використання.

Виділення, концентрація та очищення ефірних олій із рослин можна здійснити різними фізико-хімічними методами, які поділяють на три групи:

1. Дистиляція (гідродистиляція, дистиляція з водяною парою або суха дистиляція);
2. Екстракція (екстракція розчинником, екстракція за допомогою мікрохвиль та ультразвуку, екстракція надкритичною рідиною, анфлераж або мацерація);
3. Пресування (механічне або холодне пресування).

Протягом довгого часу ефірні олії в косметичній галузі застосовувалися лише у виробництві парфумерії, але їх можна включати також в інші косметичні рецептури. Зараз їх часто використовують для надання аромату косметичним продуктам, що зазвичай вважається перевагою, оскільки споживачі частіше обирають продукти із приємним ароматом, а не неароматизовані продукти.

Завдяки унікальним властивостям та вмісту широкого спектру натуральних біологічно активних ароматичних сполук, ефірні олії знайшли широке застосування у засобах для догляду за шкірою та волоссям.

Зростаючий інтерес до застосування ефірних олій пов'язаний із їх протимікробною, противірусною, протизапальною, антиоксидантною дією та здатністю сприяти збереженню молодості, здоров'я та свіжості шкіри, захищати її від шкідливого впливу навколишнього середовища. Так, завдяки високим вмістам терпенів (лімонен тощо), ефірні олії лимона та апельсина мають значні антисептичні властивості. На відміну від синтетичних сполук, ефірні олії здатні глибоко проникати у структури шкіри та діють на підшкірному рівні.

Протимікробна дія ефірних олій базується на їх здатності проникати всередину мікроорганізмів. Вони піддають деструкції цитоплазматичні мембрани мікроорганізмів, що призводить до зниження їх проникності й зменшення активності аеробного дихання. Також, при цьому відбувається

інгібіювання окремих ферментів, накопичення продуктів перекисного та автоокислення з наступним лізисом бактеріальних клітин, що унеможлиблює розвиток стійкості бактерій до цих сполук.

Окремої уваги заслуговує антиоксидантна активність ефірних олій. Біологічно активні сполуки, що містяться у них, здатні природним чином зміцнювати імунітет, гальмувати процеси старіння, а також сприятливо впливати на функціонування внутрішніх органів. Крім того, доведено, що ефірні олії можуть знижувати наслідки радіаційного впливу, мінімізувати ускладнення після опромінення та запобігати канцерогенезу завдяки блокуванню дії шкідливих речовин і виведенню токсинів з організму.

Активність композицій проти старіння тісно пов'язана зі здатністю поглинати вільні радикали. Ефірні олії містять дуже високі концентрації молекул з антиоксидантними властивостями (монотерпени тощо), завдяки чому захищають шкіру від пошкоджень, спричинених УФ-випромінюванням. Монотерпени у складі ефірних олій пригнічують активність ферментів, пов'язаних із старінням шкіри – колагенази, еластази, гіалуронідази та тирозинази. Вони здатні впливати на меланогенез, тому їх можуть використовувати при пігментних плямах та у засобах для відбілювання шкіри. Ефірна олія лимона вважається однією з найефективніших речовин для уповільнення процесу старіння, оскільки вона містить високий вміст вітаміну С, що робить її важливим компонентом у багатьох косметичних рецептах для догляду за шкірою.

Процес старіння шкіри пов'язаний з механічними властивостями шкірного бар'єру, а значить і з гомеостатичною рівновагою. Гомеостатичну рівновагу можна модулювати шляхом застосування ефірних олій. Наприклад, олії лаванди та шавлії збільшують товщину шару гідратації шкіри. Є відомості про потенційне застосування ефірних олій як зволожуючих агентів. Серед них ефірні олії звіробою, насіння шипшини, сандалового дерева, ромашки. Ефірна олія троянди вважається найпотужнішою речовиною для запобігання втрати вологи

шкірою та є важливим компонентом композицій для підтримки гідrataції шкіри, освітлення темних плям, усунення прищів, зменшення тонких ліній і зморшок. Зморшки також зменшуються при застосуванні у складі косметичних засобів ефірні олії пачулі та іланг-ілангу, які сприяють регенерації тканин.

Напрямок, що активно розвивається, є застосування ефірних олій є лікування та запобігання появі акне, завдяки здатності пригнічувати проліферацію *Propionibacterium acnes*. Крім того, вони можуть сприяти зменшенню запалення та утворенню рубців після акне. Терпени ефірних олій надають ряд переваг шкірі та допомагають зменшити розмноження мікроорганізмів, причетних до появи вугрів та екземи. Фізіологічний баланс між шкірним салом і потом може стати дуже важливою проблемою для здоров'я та естетики. Проте застосування рецептур, що містять ефірні олії, може допомогти пом'якшити цю проблему.

Ефірні олії можна використовувати для приготування сонцезахисних засобів, оскільки вони можуть поглинати більшу частину УФ-випромінювання (в діапазоні довжин хвиль 290-400 нм), запобігаючи фотостарінню, сонячним опікам, шкірним зморшкам та іншим пошкодженням шкіри.

Ефірні олії здатні позитивно впливати на стан шкіри голови, покращуючи мікроциркуляцію, регулюючи роботу сальних залоз та зменшуючи подразнення. Вони сприяють зміцненню волосяних фолікулів, стимулюють ріст волосся, збільшують його густоту та надають блиску. Завдяки своїм антисептичним, протизапальним і живильним властивостям, ефірні олії також забезпечують глибоке очищення волосяних цибулин, що сприяє зміцненню всього капілярного волокна та підтриманню здорового стану волосся.

Також ефірні олії є природними консервантами, які можна включати в косметичні продукти окремо або в поєднанні з іншими консервантами, забезпечуючи захист від бактерій і грибків.

Деякі з найпоширеніших способів використання ефірних олій у доглядових засобах включають:

- Креми та лосьйони для зволоження, живлення та омолодження шкіри. Наприклад, лаванда може допомогти заспокоїти подразнену шкіру, а чайне дерево має антисептичну дію.
- Олії для масажу з додаванням ефірних концентрованих рідин заспокоюють біль у м'язах, зменшують напругу та стрес, а також покращують стан шкіри. Так, розмарин може покращити кровообіг, а лимон допомагає очистити шкіру.
- Шампуні та кондиціонери з ефірними оліями покращують стан волосся та шкіри голови. М'ята допомагає зменшити лупу, а лаванда – заспокоїти шкіру.
- Маски для обличчя та волосся з додаванням ефірних олій зволожують, живлять і зміцнюють шкіру та волосся. Наприклад, ефірна олія троянди живить, а евкаліпт знищує бактерії.
- спреї та тоніки з ефірними оліями освіжають та зволожують шкіру обличчя. Так, додавання ефірної олії лимону до спрею забезпечує антисептичний ефект, а розмарину – стимулює кровообіг.

За типом терапевтичного впливу на шкіру ефірні олії поділяють на 4 напрямки дії.

1. Догляд за жирною, проблемною шкірою та лікування акне – це найбільша група ефірних олій, дія яких спрямована на регуляцію себуму, пригнічення патогенної мікрофлори та зняття запалень.

Олія чайного дерева – є «золотим стандартом» у боротьбі з акне. Завдяки потужним антибактеріальним, противірусним та антимікотичним (протигрибковим) властивостям, вона ефективно усуває висипання та гнійнички, одночасно стимулюючи регенерацію пошкоджених тканин.

Гвоздична олія – незамінний компонент при терапії вугрових та гнійно-запальних захворювань. Вона має виражену антиоксидантну та дезодоруючу дію, а також допомагає відновити шкіру після запалень.

Олія розмарину «спеціалізується» на глибокому очищенні та корекції поставкне. Вона нормалізує секрецію сальних залоз, сприяє звуженню пор та розсмоктуванню рубців і застійних плям. Ефективна при абсцесах та інфікованих ранах.

Олія бергамоту має комплексний вплив на жирну шкіру. Окрім антисептичної дії, олія звужує пори, нормалізує потовиділення та секрецію себуму. Важливою особливістю є здатність підсушувати герметичні пустули та освітлювати пігментні плями.

Олія кедрового дерева стимулює кровообіг, що пришвидшує розсмоктування застійних явищ при дерматозах та вугровій висипці. Має сильну протівірусну та анальгезуючу дію.

Яліцева олія використовується при ураженнях гнійного характеру. Вона усуває надмірну жирність, стимулює виведення токсинів з клітин та покращує мікроциркуляцію.

Олії мирту та меліси ефективні проти комедонів та гнійничкових висипань. Меліса додатково має антигістамінну (протиалергічну) та імуностимулюючу дію.

Олія шавлії активна проти специфічних збудників, таких як *Staphylococcus aureus* (золотистий стафілокок), що робить її ефективною при стійких формах висипань.

2. *Антивіковий догляд, тонізація та зволоження* – спрямовані на відновлення гідроліпідного бар'єру, підвищення тургору шкіри та боротьбу зі зморшками.

Олія троянди вважається елітним омолоджувальним засобом, що прискорює регенерацію клітин, розгладжує зморшки, суттєво підвищує пружність та еластичність шкіри.

Неролі працює як потужний тонік: освіжає, омолоджує, покращує колір обличчя. Окрім ліфтинг-ефекту, олія знімає стресові запалення та допомагає при герпетичних висипах.

Олія жасмину має охолоджувальну дію, глибоко зволожує та заспокоює епідерміс.

Олія герані окрім зволоження, усуває лущення, контролює жирність та омолоджує. Підходить для шкіри в період гормональних коливань.

Анісова олія нормалізує водно-жировий баланс, підвищує тургор (пружність) шкіри та забезпечує її глибоке зволоження.

Мірра відома своїми регенеративними властивостями. Вона підтягує в'ялу шкіру (ліфтинг) і сприяє розсмоктуванню свіжих рубців.

Фенхелева олія рекомендована для підліткової шкіри для очищення пор та для в'янучої шкіри для зволоження, омолодження, повернення тону.

3. Догляд за чутливою шкірою та зняття запалень. Олії цієї групи характеризуються м'якою дією, заспокійливими та репаративними властивостями.

Ромашкова олія – один з найкращих засобів для чутливої шкіри. Швидко знімає почервоніння, заспокоює подразнення. Ефективна при куперозі, герпесі та гнійничкових ураженнях.

Олія лаванди усуває свербіж, лущення, почервоніння та запальні реакції різного генезу. Сприяє регенерації без утворення грубих рубців.

Сандал має виражену заспокійливу дію. Використовується для шкіри, схильної до частих подразнень, при цьому ефективно зволожує та тонізує.

Олія календули потужний відновлювальний засіб. Використовується для лікування серйозних пошкоджень: екзем, дерматитів, виразок. Запобігає появі плям після запалень.

Олія Іланг-ілангу діє як охолоджувальний та пом'якшувальний агент. Заспокоює шкіру, регулює роботу сальних залоз, підходить для чутливої жирної шкіри.

4. *Ефірні олії, які вирішують вузькопрофільні естетичні та дерматологічні проблеми.*

Для корекції судинних патологій та пігментації рекомендовано використання олії м'ята та лимонграсу. Окрім антисептичної дії при акне, м'ята ефективно зменшує прояви куперозу (судинної сітки) завдяки охолоджувальній та тонізуючій дії на судини. Лемонграс «спеціалізується» на звуженні пор та вирівнюванні рельєфу шкіри. Тонізує, підвищує еластичність.

Популярні ефірні олії апельсину, грейпфрукту, імбиру в антицелюлітній терапії. Апельсинова олія відома своїми лімфодренажними властивостями. Усуває прояви целюліту, пом'якшує шкіру, має відбілюючий ефект. Грейпфрут тонізує шкіру, що втратила пружність. Ефективний проти «чорних цяток» та надмірної жирності. Імбир активно підсилює кровопостачання тканин. Це сприяє швидкому розсмоктуванню гематом (синців), загоєнню ран та покращенню трофіки тканин.

Для глибокого очищення та ексфоціації використовують олії материнки та кипарісу. Унікальна властивість олії материнки полягає в здатності видаляти мертві клітини епідермісу, які накопичуються в порах, діючи як м'який пілінг. Олія кипарісу нормалізує роботу сальних залоз, але особливу цінність має в боротьбі з надмірною пітливістю (гіпергідрозом) та у догляді за чутливою шкірою.

Використання екстрактів та гідролатів як складових косметики

Дистиляція з водяною парою є традиційним методом виробництва ефірних олій, на який припадає 93% від загального виробництва. У процесі виробництва під час конденсації утворюються дві незмішувані фази: ефірна олія та рідина-гідролат, що є побічним продуктом.

Гідролати (гідрозолі, гідроаромати) – це водні екстракти, отримані шляхом парової дистиляції рослинної сировини, які містять широкий спектр біологічно активних сполук, зокрема залишки ефірних олій.

Хімічний склад гідролатів може змінюватися залежно від етапу дистиляції, що пояснюється наявністю низько- і висококиплячих фракцій терпеноїдів. Ефірні олії в гідролатах перебувають у розчиненому стані, а їх концентрація варіюється від 0,05 мл до 0,2 мл на 1 літр залежно від розчинності компонентів і параметрів дистиляції. Важливо зазначити, що гідролати можуть містити сполуки, які відсутні в ефірних оліях, настоянках та чаях.

Гідролати містять водорозчинні компоненти: органічні кислоти, спирти, фенольні сполуки, альдегіди, флавоноїди, каротиноїди, фітостероли, пектини та інші речовини, які зумовлюють їхню біологічну активність. Фенольні сполуки, спирти та деякі органічні кислоти гідролатів легко проникають крізь шкірний бар'єр, забезпечуючи терапевтичні ефекти, а леткі сполуки розширюють спектр біологічної активності. Гідролати традиційно використовують для надання приємного аромату, розслаблюючого впливу та прояву антимікробних властивостей.

Незважаючи на високу антимікробну активність ефірних олій, їх використання у чистому вигляді не рекомендується через високу концентрацію гідрофобних активних інгредієнтів з токсичним потенціалом. Навпаки, гідролати є гідрофільними розчинами, що містять максимум 1 г/л активних сполук, безпечні і не потребують розведення перед використанням. Ця особливість робить їх цікавими для нанесення на шкіру, зокрема як антимікробних агентів.

Значна частина гідролатів, отриманих із таких рослин, як ехінацея, шавлія, чабер, материнка, чебрець, хризантема, полин, ромашка тощо, характеризується вираженими бактерицидними та антигрибковими властивостями. До рослин із підтвердженою бактерицидною активністю належать календула, лаванда, лимон, меліса, м'ята, полин, розмарин, ромашка, хміль, чебрець, чорнобривці, чистотіл і шавлія. Отримані з них гідролати зберігають ці властивості, що обумовлює їхню цінність у косметичних і фармацевтичних засобах.

Через те, що рН гідролатів є подібним до природного рН здорової шкіри, їх регулярне застосування не шкодить шкірі та може сприяти її відновленню, оздоровленню, нормалізації функціонального стану.

Завдяки балансуєчому впливу на природний рН шкіри, гідролати можуть регулювати вироблення шкірного сала, що дозволяє запобігати висипанням і контролювати жирність шкіри. Таку дію мають гідролати гібіскусу, гранату, дубу, калини, кропиви, лимону, мандарину, меліси, м'яти, розмарину, шавлії тощо. Вони є чудовим вибором для людей з жирною або комбінованою шкірою.

Протизапальні властивості гідролатів робить їх ефективними для зменшення запалення та подразнення шкіри. Це особливо корисно для людей з чутливою шкірою або тих, хто має розацеа, екзему або псоріаз. При цих захворюваннях використовують гідролати з материнки, календули, кропиви, лаванди, м'яти, подорожнику, ромашки, деревію тощо.

Суха шкіра потребує зволоження зсередини та ззовні. Використання гідролатів в якості зволожувачів також пов'язане із вмістом в них слідових кількостей ефірних олій, які глибоко проникають крізь верхній шар шкіри та притягують за собою всередину воду. При використанні гідролатів досягається глибоке і ефективне зволоження епідермісу. У результаті, при регулярному застосуванні, до шкіри повертається природний рівень зволоженості, вона набуває здорового кольору і в ній сповільнюються процеси старіння. Живлять, надають пружність шкірі гідролати кропиви, липи, огірка, смородини, чорниці, лимону, розмарину, календули, троянди тощо. Для чутливої шкіри підходить виноград, календула, лаванда, липа, лопух, насіння моркви, огірок, ромашка, деревій.

Високі антиоксидантні властивості гідрозолів можуть бути використані в косметології для боротьби зі старінням шкіри або природної профілактики та лікування шкірних захворювань. Антиоксиданти допомагають зменшити появу тонких ліній і зморшок, надаючи шкірі більш молодий і сяючий вигляд. Крім того, завдяки високому антиоксидантному потенціалу, гідролати здатні

пригнічувати процеси окислення, таким чином потенційно подовжуючи термін придатності косметичних засобів.

Деяки гідрозолі містять природні сполуки, які допомагають освітлити шкіру та вирівняти її тон. Це робить їх чудовим вибором для людей із гіперпігментацією або нерівним тоном шкіри.

Гідролати часто використовують для видалення забруднення та підготовки шкіри для подальших доглядових процедур: нанесення сироватки або зволожуючих засобів. Очищують шкіру гідролати гібіскусу, грейпфруту, материнки, імбирю, календули, кропиви, меліси, м'яти, огірка. Деякі гідролати мають дезодоруючі властивості (календули, материнки, чебрецю, шавлії, імбиру).

Зараз гідролати широко використовуються як окремий косметичний засіб, так й у складі інших косметичних формул (наприклад, кремів). Варіантів застосування гідролатів багато, адже це універсальний продукт. Дуже популярним є їх використання як тоніків для обличчя та ряду інших засобів у формі спреїв.

Багато гідролатів, зокрема винограду, грейпфрута, лимона, мандарина, меліси, м'яти лимонної, ялівцю, огірка тощо, мають виражені тонізуючі властивості. Розпилення суміші гідролату та води на шкіру обличчя сприяє її освіженню, особливо в спекотний день. Така процедура не впливає на макіяж, зменшує почервоніння та надає обличчю відпочилого, свіжого вигляду, подібного до ефекту після вмивання

Застосування гідролатів як спреїв по догляду за волоссям запобігає появі лупи і надає волоссю блиску, зміцнює та живить коріння волосся, покращує мікроциркуляцію у шкірі голови, сприяє активному росту волосся. При себорейі рекомендується використовувати гідролати аїру, дубу, імбиру, календули, кропиви, лимону, лопуху, любистку, петрушки, пижма, подорожнику, розмарину, деревію, хмілью, чебрецю, череди, чорнобривців, шавлії.

Багато виробників відмовляються від виробництва гідролатів через їх невеликий термін зберігання (до року) і необхідності зберігати їх в холодильнику, що збільшує витрати на виробництво. Натомість вони пропонують **ароматичні води** – суміш дистильованої води, ефірного масла, спирту і консервантів. Такі води не містять комплексів водорозчинних рослинних сполук, не мають цінних властивостей гідролатів, зате довго зберігаються, навіть при кімнатній температурі.

Прості ароматні води отримують шляхом безпосереднього розчинення відповідної ефірної олії у воді в пропорції 1: 1000 (за винятком розової води, яка через різкий запах розової олії готується в пропорції 1:4000). Перед розчиненням ефірну олію затирають (диспергують) тальком і розчиняють в теплій воді. Обидві операції необхідні для поліпшення процесу розчинення.

Для підвищення стійкості простих ароматних вод рекомендується додавати до них поверхнево-активні речовини, які грають роль солюбілізаторів (Твін, Спан) та поліпшують розчинність.

Перевагою такого способу отримання ароматної води є швидкість приготування і відсутність необхідності використання дистиляційної установки.

Рослинні екстракти є складними багатокомпонентними системами, що містять вторинні метаболіти з різною хімічною будовою та фармакологічною активністю. У косметології їх застосування базується не на системній дії, а на локальному впливі на структури шкіри: епідерміс, дерму, судинне русло, сальні та потові залози, а також мікробіом шкіри.

Фармакологічні ефекти рослинних активів залежать від хімічної природи сполук, їх концентрації в екстракті, косметичної форми, стану шкірного бар'єра.

Серед різноманіття фітохімічних сполук **поліфенольні сполуки** займають провідне місце у косметичці завдяки поєднанню високої біологічної активності, відносної безпечності та добре вивчених механізмів впливу на шкіру.

Поліфеноли є ключовими регуляторами оксидативного гомеостазу шкіри та відіграють визначальну роль у захисті клітин епідермісу й дерми від

ушкоджувальної дії вільних радикалів, ультрафіолетового випромінювання та медіаторів запалення. Саме тому більшість сучасних косметичних засобів із заявленими антиоксидантними, протизапальними та антивіковими властивостями ґрунтується на екстрактах рослин, багатих на поліфенольні сполуки.

У косметичній практиці особливе значення мають флавоноїди (кверцетин, рутин, кемпферол), катехіни зеленого чаю (епігалокатехін-3-галат), фенольні кислоти (кофеїнова, ферулова) та конденсовані таніни виноградної кісточки. Ці сполуки широко представлені в екстрактах *Camellia sinensis*, *Vitis vinifera*, *Calendula officinalis*, *Hamamelis virginiana*, *Rosmarinus officinalis* та інших лікарських і косметичних рослин.

Фармакологічна дія поліфенолів на шкіру здійснюється насамперед через їхню виражену антиоксидантну активність. Завдяки наявності фенольних гідроксильних груп поліфеноли здатні нейтралізувати активні форми кисню, гальмувати пероксидне окиснення ліпідів та захищати структурні компоненти клітинних мембран. У контексті косметології це має принципове значення, оскільки оксидативний стрес є одним із ключових патогенетичних механізмів передчасного старіння шкіри та фотопшкодження.

Поряд з антиоксидантною дією поліфенольні сполуки проявляють виражені протизапальні властивості. Вони здатні інгібувати активність ферментів, зменшувати синтез прозапальних цитокінів і стабілізувати клітинні мембрани. Це обумовлює доцільність включення поліфенолвмісних екстрактів до складу косметичних засобів для чутливої, подразненої шкіри, а також продуктів, призначених для догляду після інвазивних і неінвазивних косметологічних процедур.

Важливим аспектом фармакологічної дії поліфенолів є їхній вплив на мікроциркуляторне русло. Флавоноїди знижують проникність капілярів, підвищують еластичність судинної стінки та зменшують ламкість судин, що

зумовлює їх застосування у косметиці для шкіри з проявами куперозу, еритеми та проти темних кіл під очима.

Завдяки поєднанню антиоксидантних, протизапальних і судинопротекторних властивостей поліфенольні сполуки розглядаються як базові активні інгредієнти у формулах антивікової, фотозахисної та дерматологічної косметики. Таким чином, поліфенольні сполуки забезпечуючи первинний захист клітин шкіри від оксидативного стресу та запальних ушкоджень.

Водночас ефективний догляд за шкірою неможливий лише за рахунок нейтралізації вільних радикалів. Для відновлення структурної цілісності шкіри, стимуляції регенераторних процесів та підтримки дермального матриксу необхідна участь інших груп біологічно активних речовин.

Саме таку роль у складі рослинних екстрактів відіграють **тритерпенові сполуки** – клас ліпофільних компонентів, які забезпечують репаративний, протизапальний та дермостимулювальний вплив. Якщо поліфеноли умовно можна вважати «захисною лінією» шкіри, то тритерпени виконують функцію структурного та відновлювального чинника, що зумовлює їх ключове значення у дерматологічній та антивіковій косметиці. Тритерпени в косметології розглядаються як одні з найбільш ефективних природних агентів, що впливають на процеси регенерації, запалення та ремоделювання шкіри. Основними рослинними джерелами тритерпенів є *Centella asiatica*, *Calendula officinalis*, *Glycyrrhiza glabra*, *Betula alba*, *Boswellia serrata*.

Тритерпенові сполуки виявляють виражений протизапальний ефект, механізм якого відрізняється від дії поліфенолів. Вони пригнічують активацію фактора запалення, зменшують експресію прозапальних цитокінів, знижують активність ферментів, залучених до деградації позаклітинного матриксу. Завдяки цьому тритерпени ефективні при хронічному запаленні шкіри, характерному для фотостаріння, розацеа та дерматологічно чутливої шкіри.

Однією з ключових фармакологічних властивостей тритерпенів є їх здатність стимулювати процеси відновлення тканин. Тритерпени активують проліферацію фібробластів, стимулюють синтез колагену I та III типів, підвищують утворення глікозаміногліканів і фібронектину.

Завдяки впливу на дермальний матрикс тритерпени зменшують глибину зморшок, покращують еластичність шкіри, уповільнюють деградацію колагенових волокон. На відміну від поліфенолів, які переважно запобігають ушкодженню клітин, тритерпени безпосередньо залучені до структурного ремоделювання шкіри, що робить їх незамінними компонентами антивікових формул.

Ліпофільна природа тритерпенів забезпечує ефективну реконструкцію ліпідного матриксу рогового шару, зменшення трансепідермальної втрати вологи, підвищення резистентності шкіри до зовнішніх подразників. Це визначає доцільність використання тритерпенових екстрактів у косметичці для сухої, atopічної та пошкодженої шкіри.

Таким чином, якщо поліфенольні сполуки забезпечують переважно захисний та профілактичний вплив, то тритерпени виконують роль активних регенераторів і модифікаторів структури шкіри. Поєднання цих двох груп у складі рослинних екстрактів створює науково обґрунтовану основу для багатофункціональної косметики з вираженою дермопротекторною та антивіковою дією.

Проте у складі багатьох рослин тритерпени рідко присутні в ізольованому вигляді. Найчастіше вони входять до більш складних комплексів, зокрема у формі сапонінів, що істотно розширює спектр їх біологічної активності.

Сапоніни займають проміжне положення між ліпофільними тритерпенами та гідрофільними компонентами рослинних екстрактів, поєднуючи структурну активність із вираженим впливом на мікроциркуляцію, запальні процеси та проникність біологічних мембран.

У косметичній практиці найчастіше використовують сапоніни, отримані з *Centella asiatica*, *Glycyrrhiza glabra*, *Panax ginseng*, *Aesculus hippocastanum*, *Hedera helix*. Важливими активними компонентами є азіатикозид, мадекасосид, гліциризин, есцин та гінзенозиди.

Головною фармакологічною властивістю сапонінів є їх протизапальна активність за рахунок зниження судинної проникності та пригнічення вивільнення медіаторів запалення. На відміну від поліфенолів, які діють переважно на молекулярному рівні, сапоніни суттєво впливають на мікроциркуляторне русло, нормалізуючи тонус капілярів і зменшуючи набряк тканин. Цей ефект має особливе значення для догляду за шкірою, схильною до пастозності, еритеми та судинних проявів. Саме тому сапоніновмісні екстракти широко застосовуються у косметиці для зони навколо очей, а також у продуктах для шкіри з ознаками куперозу. Окрім цього, сапоніни здатні модулювати проникність клітинних мембран, полегшуючи транспортування інших активних інгредієнтів у глибокі шари шкіри. Завдяки впливу на лімфатичний та венозний відтік сапоніни також проявляють дренажний і протинабряковий ефект, що зумовлює їх застосування в антицелюлітній косметиці та засобах для корекції контурів тіла.

Таким чином, сапоніни відіграють роль активних регуляторів запалення та мікроциркуляції, доповнюючи дермостимулювальну дію тритерпенів. Проте ефективний догляд за шкірою неможливий без підтримки її гідратації та бар'єрної функції. Саме на цьому рівні ключове значення набувають **полісахариди** рослинного походження, які формують зволожувальне та захисне тло для реалізації дії інших активних сполук.

Полісахариди у косметології виступають як фізіологічно споріднені компоненти, здатні відновлювати гідроліпідний баланс і підтримувати функціональний стан шкірного бар'єра.

Найбільш поширеними джерелами полісахаридів є *Aloe vera*, *Althaea officinalis*, *Plantago major*, бурі водорості (*Laminaria*, *Fucus*), а також деякі гриби.

Біологічну активність проявляють пектини, β -глюкани, мукополісахариди та альгірати.

Основний фармакологічний ефект полісахаридів – виражена зволожувальна дія завдяки утворенню на поверхні шкіри гідрофільної плівки, що зменшує трансепідермальну втрату вологи, стабілізує роговий шар та створює оптимальні умови для відновлення клітин епідермісу. На відміну від низькомолекулярних зволожувачів, полісахариди забезпечують тривалий ефект гідратації, не порушуючи фізіологічних механізмів регуляції водного балансу шкіри. Це робить їх особливо цінними у засобах для сухої, зневодненої та атопічної шкіри.

Окрему увагу заслуговує імуномодулювальний ефект деяких полісахаридів, зокрема β -глюканів. Вони здатні активувати клітини вродженого імунітету шкіри, стимулювати фагоцитоз та прискорювати процеси репарації. Завдяки цьому полісахариди сприяють підвищенню резистентності шкіри до зовнішніх стресових факторів. Також вони також сприятливе мікросередовище для дії інших активних інгредієнтів, знижуючи ризик подразнення та підвищуючи толерантність косметичних засобів.

Отже, полісахариди формують гідрофільне захисне середовище на поверхні шкіри та забезпечують оптимальний рівень зволоження, необхідний для відновлення епідермального бар'єра. Проте повноцінне функціонування шкірного бар'єра визначається не лише водним балансом, а й якісним складом міжклітинних ліпідів рогового шару. Саме на цьому рівні ключову роль відіграють *фітостероли* – ліпофільні компоненти рослинного походження, здатні модифікувати структуру та функцію бар'єрних ліпідів шкіри.

Фітостероли доповнюють дію полісахаридів, переходячи від поверхневого захисту до глибокого відновлення ліпідної організації рогового шару, що робить їх незамінними інгредієнтами дерматологічної та відновлювальної косметики.

Фітостероли – це стероїдні сполуки рослинного походження, структурно подібні до холестеролу. Завдяки цій структурній спорідненості фітостероли здатні інтегруватися в ліпідні ламели епідермісу та впливати на їх фізико-хімічні властивості.

Найбільш значущими для косметики є β -ситостерол, кампестерол і стигмастерол. Вони містяться у рослинних оліях і екстрактах *Butyrospermum parkii* (каріте), *Persea americana* (авокадо), *Glycine max* (соє), *Olea europaea* (олива), а також у фракціях неомилюваних речовин рослинних олій.

Основною фармакологічною функцією фітостеролів є їх участь у формуванні та стабілізації міжклітинних ліпідних структур рогового шару. Інтегруючись у ламелярні системи, фітостероли підвищують впорядкованість ліпідних бішарів, зменшують трансепідермальну втрату вологи, відновлюють бар'єрну функцію при її порушенні. Цей ефект має принципове значення для догляду за сухою, чутливою та пошкодженою шкірою, а також у період відновлення після дерматологічних і косметологічних процедур.

Фітостероли також виявляють м'яку протизапальну активність, механізм якої частково нагадує дію ендогенних кортикостероїдів, але без притаманних їм побічних ефектів. Вони зменшують експресію прозапальних медіаторів, знижують гіперреактивність шкіри, сприяють швидшому зникненню еритеми та подразнення. Завдяки цьому фітостероли є особливо цінними компонентами дерматокосметики, призначеної для чутливої, atopічної та подразненої шкіри.

Фітостероли чинять виражений пом'якшувальний ефект, покращуючи сенсорні характеристики косметичних засобів і водночас підвищуючи толерантність шкіри до активних інгредієнтів. Вони зменшують лущення та відчуття стягнутості, підвищують еластичність рогового шару, сприяють комфортному відновленню шкіри.

Фітостероли входять до складу дерматологічної косметики для сухої та atopічної шкіри, післяпроцедурних засобів, антивікових формул.

Таким чином, фітостероли завершують функціональну логіку дії основних груп рослинних активних речовин у косметиці. Вони забезпечують структурне та біохімічне відновлення ліпідного бар'єра, створюючи стабільну основу для реалізації антиоксидантних, регенеративних та протизапальних ефектів поліфенолів, тритерпенів, сапонінів і полісахаридів.

Тести для самоконтролю

1. Які властивості зумовлюють використання ефірних олій в антивікових формулах?
 - A. Антиоксидантні, вплив на меланогенез, пригнічення колагенази та еластази
 - B. Приємний аромат та сенсорні властивості
 - C. Високий вміст насичених жирних кислот та восків
 - D. Антисептичні, відлущувальні, покращують мікроциркуляцію
 - E. Є природними консервантами широкого спектру

2. Завдяки яким властивостям ефірні олії використовують у сонцезахисних кремах?
 - A. Здатні поглинати шкідливе ультрафіолетове випромінювання
 - B. Змінюють природний рівень меланіну в шкірі
 - C. Зменшують пігментацію шкіри
 - D. Працюють як зволожуючий компонент у сонцезахисних засобах
 - E. Отримання гідрофобної плівки на поверхні шкіри

3. Який продукт є водним розчином, отриманим шляхом парової дистиляції рослинної сировини, та містить залишки ефірних олій і гідрофільних компонентів:
 - A. Гідролат
 - B. Ароматна вода

- C. Квіткова вода
- D. Настій
- E. Настоянка

4. Які властивості гідролатів роблять їх ефективними для зменшення запалення та подразнення шкіри при розацеа, екземі, псоріазі?
- A. Протизапальні
 - B. Очищувальні
 - C. Антиоксидантні
 - D. Зволожуючі
 - E. Тонзючі
5. Основна причина використання гідрогенізованих похідних рослинних олій у косметичі полягає в тому, що вони:
- A. Мають вищу біологічну активність
 - B. Краще розчиняються у воді
 - C. Є більш стабільними та менш схильними до згіркання
 - D. Повністю замінюють синтетичні емульгатори
 - E. Не містять жирних кислот
6. Яка особливість хімічного складу олії жожоба зумовлює її високу біосумісність зі шкірою людини?
- A. Високий вміст тригліцеридів
 - B. Значна кількість гліцерину
 - C. Подібність до ліпідів шкірного сала
 - D. Переважання насичених жирних кислот
 - E. Високий вміст вітаміну C

7. Яку рослинну олію НЕ рекомендовано застосовувати на обличчі при жирній шкірі через комедогенність?
- A. Масло какао
 - B. Конопляну олію
 - C. Мигдальну олію
 - D. Олію виноградних кісточок
 - E. Соняшникову олію
8. Яка група фітохімічних сполук є ключовим регулятором оксидативного гомеостазу шкіри?
- A. Полісахариди
 - B. Сапоніни
 - C. Тритерпени
 - D. Фітостероли
 - E. Поліфеноли
9. Яка фармакологічна особливість сапонінів зумовлює їх активне використання у засобах для зони навколо очей?
- A. Потужна антиоксидантна дія
 - B. Виражений дренажний та протинабряковий ефект
 - C. Висока ліпофільність
 - D. Стимуляція синтезу меланіну
 - E. Формування оклюзійної плівки
10. Основний косметологічний ефект рослинних полісахаридів пов'язаний з їх здатністю:
- A. Проникати у дерму та стимулювати колагеногенез
 - B. Інгібувати прозапальні цитокіни

- C. Формувати гідрофільну плівку та зменшувати трансепідермальну втрату вологи
- D. Інтегруватися в ліпідні ламели епідермісу
- E. Активувати ліполіз у підшкірній клітковині

Список використаної літератури

Нормативно-законодавчі документи

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доповнення 6. — Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2023. – 424 с

Основна

2. Федорова О. В. Технологія та застосування лікувально-косметичних засобів : навч. посібник / О. В. Федорова, Р.О. Петріна, Н. Л. Заярнюк [та ін.]. - Л. : Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 244 с.

Додаткова

3. Essential Oils as Dermocosmetic Agents, Their Mechanism of Action and Nanolipidic Formulations for Maximized Skincare [Електронний ресурс] / S. Javed, B. Mangla, A. Salawi et al. // Cosmetics. 2024. – Vol. 11, №6. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/cosmetics11060210>

4. Gulman E. Essential Oils and Their Individual Components in Cosmetic Products [Електронний ресурс] / E. Guzman, A. Lucia // Cosmetics. – 2021. – Vol. 8, №4. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040114>

5. Guzmán E. Essential Oils and Their Individual Components in Cosmetic Products [Електронний ресурс] / E. Guzmán, A. Lucia // Cosmetics. – 2021. – Vol. 8, №4. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040114>

6. Jakubczyk K. Plant hydrolates - Antioxidant properties, chemical composition and potential applications [Електронний ресурс] / K. Jakubczyk, A. Tuchowska, K.

Janda-Milczarek // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2021. – Vol. 142. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112033>

7. Michalak M. Plant Extracts as Skin Care and Therapeutic Agents [Электронный ресурс] / М. Michalak // *International journal of molecular sciences*. – 2023. – Vol. 24, Is. 20. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijms242015444>

8. Plant-based ingredients in cosmetic science: Current applications, limitations, and prospects [Электронный ресурс] / A. Bandyopadhyay, S. A. Selvan, P. K Patial, T. Pal // *International Journal of Cosmetic Science*. – 2025. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/ics.70034>

9. Sarkic A. Essential Oils and Their Single Compounds in Cosmetics – A Critical Review [Электронный ресурс] / A. Sarkic, I. Stappen // *Cosmetics*. – 2018. – Vol. 5, №1. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010011>

10. The Potential of Plant Extracts Used in Cosmetic Product Applications—Antioxidants Delivery and Mechanism of Actions [Электронный ресурс] / CS Gălbău, M. Irimie, A. E. Neculau et al. // *Antioxidants*. – 2024. – Vol. 13, Is. 11. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/antiox13111425>

11. Unlocking the Potential of Hydrosols: Transforming Essential Oil Byproducts into Valuable Resources [Электронный ресурс] / H. H. S. Almeida, I. P. Fernandes, J. S. Amaral et al. // *Molecules*. – 2024. – Vol. 29(19). – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules29194660>

Тема 4. Косметичні засоби для людей похилого віку. Омолоджуючі косметичні засоби

Форма і тривалість заняття: самостійне (2 години)

Дидактичні цілі та мотивація заняття: поглибити знання про механізми старіння шкіри та активні компоненти антивікової косметики (ретиноїди, пептиди, антиоксиданти, УФ-фільтри). Сформувати вміння оцінювати індивідуальні потреби зрілої шкіри та здатність обґрунтовано підбирати комплексний догляд для корекції вікових змін, враховуючи стан здоров'я та особливості терапії клієнта.

Перелік контрольних питань

1. Анатомо-фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються при старінні шкіри.
2. Активні речовини у складі антивікової косметичної продукції.
3. Особливості косметичного догляду за шкірою людей похилого віку: вибір очищувальних, зволожувальних та захисних засобів.
4. Фармацевтичне консультування при виборі омолоджуючих засобів: типові помилки споживачів та індивідуалізація рекомендацій.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

Анатомо-фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються при старінні шкіри

Старіння шкіри у людей похилого віку представляє собою складний процес, що пов'язаний зі змінами в організмі людини. Шкіра виконує бар'єрну, захисну, терморегуляторну та сенсорну функції. Процес старіння поділяється на внутрішнє (хронологічне), зумовлене генетичними факторами та часом, і зовнішнє (фотостаріння), викликане екзогенними чинниками.

Внутрішні чинники старіння зумовлені ендогенними процесами організму та включають генетичну схильність, психоемоційні перевантаження, ендотоксикоз, асоційований із патологічними станами внутрішніх органів, а також дисфункцію ендокринної та імунної систем. Під їх впливом формуються комплексні клінічні, гістологічні та фізіологічні зміни, що характеризуються зниженням швидкості регенерації епідермісу, редукцією товщини шкіри та дермальної сітки, ослабленням механізмів терморегуляції, імунного захисту, репаративних процесів, сенсорної чутливості, бар'єрної функції, а також зменшенням секреції поту, шкірного сала та синтезу вітаміну D. Клінічно внутрішнє старіння пов'язано з витонченням шкіри, зниженням її еластичності. Візуально шкірні покриви набувають сухості, блідості, формуються дрібні зморшки та прояви в'ялості.

Зовнішні чинники старіння шкіри включають вплив ультрафіолетового випромінювання, несприятливі екологічні умови, дію алергенів, вживання алкоголю, токсичний ефект окремих косметичних засобів та інші шкідливі фактори довкілля. Актинічне пошкодження (сонячне пошкодження) являє собою зміни шкіри, спричинені надмірним перебуванням на сонці. Таке пошкодження шкіри проявляється як зовнішнє старіння шкіри (фотостаріння) та фотоканцерогенез. Під їхнім впливом формується процес екзогенного старіння, що характеризується вираженими морфологічними та фізіологічними змінами і зумовлює передчасне виснаження структур шкіри. Клінічними проявами такого типу старіння є формування глибоких зморшок, розвиток сонячної еластози та порушення пігментації. Ці ознаки накладаються на внутрішні ознаки старіння шкіри на постійно відкритих ділянках тіла.

Зовнішній шар шкіри (епідерміс) складається з кількох шарів клітин: базальний, шипуватий, зернистий і роговий. З віком епідерміс стоншується на 20-30% через зниження проліферації кератиноцитів у базальному шарі. Це зумовлено зменшенням активності стовбурових клітин і уповільненням клітинного циклу, що призводить до зниження швидкості відновлення

епідермісу з 28 днів у молодому віці до 40-50 днів у похилому. Через такі зміни роговий шар стає тоншим і менш еластичним, що проявляються сухістю та лущенням.

Біохімічно ключовими змінами є порушення синтезу ліпідів (церамідів, холестеролу, жирних кислот), які формують міжклітинний матрикс. Зниження рівня церамідів послаблює бар'єрну функцію, збільшуючи трансепідермальну втрату води (TEWL), що також призводить до сухості шкіри і підвищеної її чутливості до зовнішніх подразників. Зниження рівня естрогенів у жінок під час менопаузи, посилює зміни, зменшуючи синтез гіалуронової кислоти і колагену в епідермісі. Також зменшується кількість меланоцитів, але їхня активність стає неконтрольованою, що призводить до гіперпігментації.

Дерма, як середній шар шкіри, складається з колагенових і еластинових волокон, оточених позаклітинним матриксом, що містить гіалуронову кислоту, протеоглікани та фібробласти. У дермі хронологічно старіючої шкіри щільність, товщина та ступінь організації дермального колагену, які є основними факторами загальної жорсткості та еластичності тканин, знижуються. Старіння починається з фрагментації дермального колагенового матриксу через уповільнення синтезу фібробластами та активацію матриксних металопротеїназ. Також деградує еластин, який забезпечує еластичність шкіри, що викликає втрату пружності. З віком організм починає виробляти менше колагену, еластину, шкіра стає тоншою, сухою і менш еластичною. Втрата колагену, зниження активності гіалуронсинтетази та підвищення гіалуронідази, призводить до зневоднення дерми і утворення глибоких зморшок (рис. 4.1).

Інший механізм внутрішнього старіння включає вкорочення теломер. Довжина теломер регулюється у стовбурових клітинах ферментом теломераза, який повторно подовжує кінці ДНК після кожного циклу реплікації. Коли в дермальних фібробластах відбувається неефективне подвоєння теломерів, кінцевим результатом є старіння.

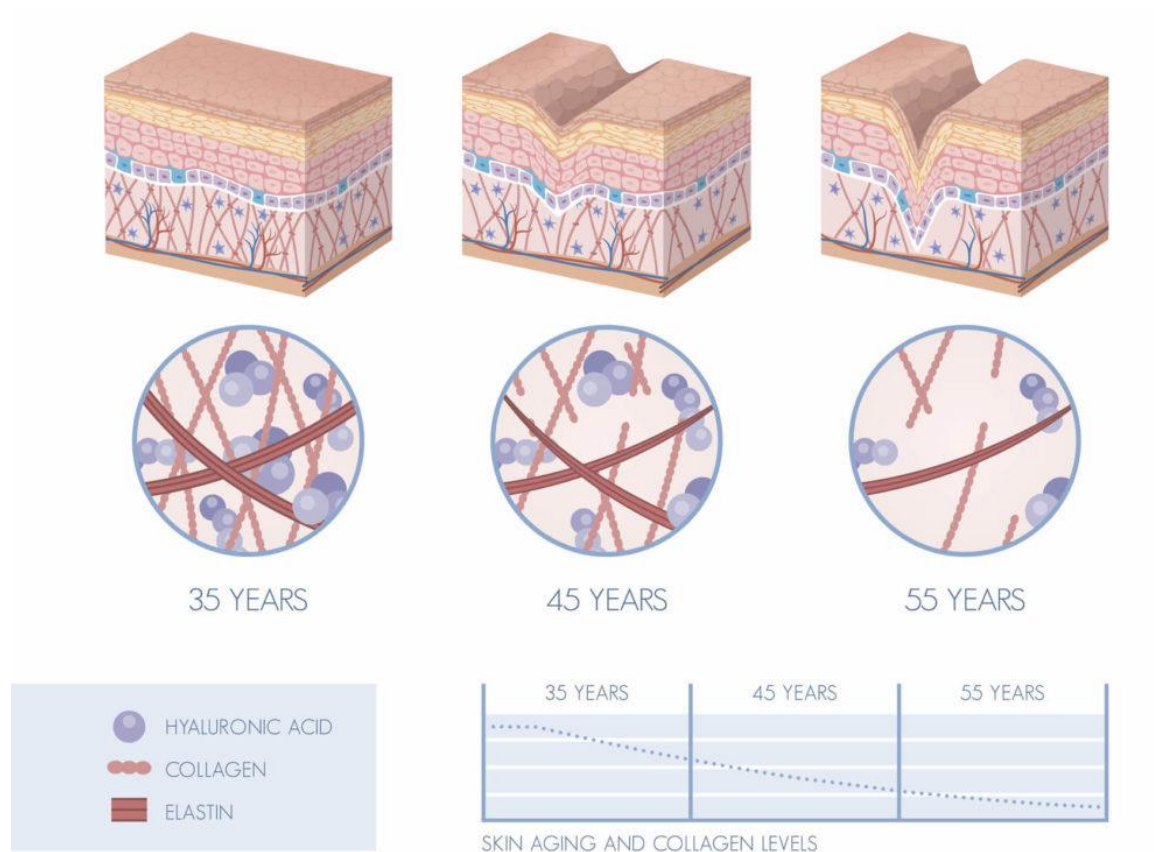


Рис. 4.1. Утворення зморшок [джерело: <https://soaestheticsni.com/i-want-to-prevent-ageing/>]

Також старіння пов'язується з процесами вільнорадикального окиснення у старіючому організмі. Шкіра людини піддається постійній дії вільних радикалів при аеробному диханні клітин та під дією факторів зовнішньої середовища.

У патогенезі старіння шкіри важливу роль грає рівень насиченості естрогенами. Шкіра постійно знаходиться під впливом естрогенів, які активізують епідермальні кератиноцити та меланоцити, стимулюють синтез колагену та еластину, попереджають дегенерацію колагенових волокон, сприяють зволоженню шкіри, покращують мікроциркуляцію. У період менопаузи швидко наростає атрофія, атонія, порушується епідермальний бар'єр. Гормональні зміни також впливають на меланогенез: естрогени посилюють пігментацію (мелазма), тоді як зниження мелатоніну підвищує окисний стрес. Меланогенез – це

біохімічний процес синтезу меланіну в меланоцитах епідермісу під впливом тирозинази. З віком кількість меланоцитів зменшується, але їхня активність стає нерегулярною через накопичення вільних радикалів і УФ-пошкоджень. Це призводить до появи старечих плям через локальне надвиробництво меланіну та зниження його деградації.

Зовнішнє старіння прискорює процес через УФ-індуковану мутацію меланоцитів. При фотостарінні у дермі ушкоджуються еластичні волокна, знижується кількість колагенових волокон, зменшується кількість та розміри капілярних судин. На рівні епідерміса відмічається потовщення структури за рахунок гіперкератозу, акантозу, знижується кількість і функціональна активність меланоцитів тощо. При фотостарінні шкіра стає сухою, гіперемірованою, жовтуватого кольору з гіперпигментацією та глибокими зморшками, виникають ангіоми, базаліоми, комедоми, кератоми.

Старіння шкіри є багатофакторним процесом, що поєднує анатомічні зміни (стоншення епідермісу, атрофія дерми) з біохімічними (деградація колагену, еластину, гіалуронової кислоти, порушення меланогенезу) та гормональними впливами (естрогени, кортизол). Розуміння цих механізмів дозволяє розробляти ефективні антивікові стратегії в косметології, фокусуючись на відновленні бар'єрної функції та профілактиці зовнішніх факторів.

Активні речовини у складі антивікової косметики

Попередити передчасний розвиток старіння можна використовувати косметичні засоби, які містять активні елементи, що відновлюють гідrataцію шкіри та гідроліпідну плівку, стимулюють мітотичну активність епідермоцитів та фібробластів, антиоксидантний захист шкіри, її імунологічну активність та мікроциркуляцію, а також захищають шкіру від метеорологічних факторів (морози, інсоляції та ін.).

Для цього до складу лікувальної косметики включають різні групи біологічно активних речовин;

- регідратанти;
- стимулятори мітотичної активності епідермоцитів та фібробластів;
- речовини, що надають ліфтинг-ефект;
- антиоксиданти.

Регідратанти допомагають утримувати вологу у шкірі, за рахунок чого ліквідують прояви сухості та роблять шкіру, гладкою та м'якою. Завдяки регідратантам можна отримати швидкий ефект розгладження дрібних зморшок. Регідратанти за характером поділяються на гідрофільні, які створюють на поверхні шкіри вологоутримуючий шар (гіалуронова кислота, АНА до 2%, хитозан, глюкозамн, колаген, еластан, ін.) або поглинають вологу з повітря (гліцерин, сорбіт, пропіленгліколь, ін.), та гідрофобні, які створюють вологоутримуючу плівку (вазелін, парафін, віск, жирні спирти, мінеральні олії) або відновлюють гідроліпідну плівку (мінеральні олії, стероїдні спирти, рослинні олії авокадо, жожоба, оливкова, рицинова, ши, зародків пшениці; фосфоліпіди, лецитин, цераміди, жирні кислоти, ланолін).

До **стимуляторів мітотичної активності** епідермоцитів та фібробластів, імунологічного захисту шкіри та мікроциркуляції відносять:

- стимулятори метаболізму клітин та стимулятори регенерації (екстракт плаценти, екстракт навколоплідної рідини, пантенол, екстракт медичних п'явок, морського планктону, квіткового пилку, ембріональні клітини, апілак, фактори росту, органопрепарати, обліпихова олія, фітоестрогени, ін.);

- вітаміни (А, Е, С, групи В), мікроелементи (цинк, магній, селен, сірка, кремній), амінокислоти, ферменти (протеаза, папаїн), глутатіон;

- засоби, що покращують трофіку шкіри та капілярпротектори (екстракт ламінарії, екстракт кінського каштану, нікотинова кислота, рутин, екстракт глоду, олія виноградних кісточок, олія жожоба, зелений чай);

- речовини, що підвищують тургор і еластичність шкіри, еластостимулятори (сірка, вітамін С, хондроїтинсульфат, гіалуронова кислота, колаген, кремній, глюкозаміни, ретиноїди, фібронектин, фітоестрогени, препарати клітинної косметики).

Потрібно обережно використовувати косметику, що містить деякі стимулятори метаболізму клітин та стимулятори регенерації.

Фактори росту здатні впливати на синтез ДНК, на поділ, зростання, диференціацію та активність клітин. Фактори росту отримують назву за типом клітин, для яких вперше було виявлено таку дію, наприклад, фактор росту кератиноцитів стимулює поділ кератиноцитів, а фактор росту фібробластів стимулює диференціацію та активність тільки фібробластів. Ендотеліальний фактор росту впливає виключно на утворення та розвиток капілярів. Фізіологічний вплив факторів росту зводиться до: оптимізації процесів регенерації; гальмування розвитку патологічних форм регенерації (фіброз, рубцювання); відновлення функціонування органів і систем; підтримки активності захисних сил організму; підвищенні опору клітин несприятливим ушкоджуючим факторам; нормалізації обміну речовин шляхом коригування активності ферментного апарату; зниженні темпів самознищення клітин.

Вміст факторів росту в організмі дуже невеликий та вимірюється нанограмами, протягом життя концентрація цих біологічно активних молекул постійно зменшується і у похилому віці їх зовсім мало. Як наслідок, у клітинах накопичуються «поломки», уповільнюється регенерація, з'являються ознаки старіння та хвороби. Саме тому препарати плаценти, регуляторні поліпептиди займають дуже важливе місце в контексті антивікової терапії. Доведено, що активізація фібробластів до колишнього рівня сприяє відновленню пружності та еластичності шкіри. Фактори росту використовують для активації мітозів старіючої шкіри, прискорення оновлення епідермісу та регенерації шкірних покривів. Але необхідно враховувати, що фактори росту також можуть індукувати зростання пухлин.

Важливість включення *пептидів* до складу антивікової косметики зумовлена їх здатністю впливати на ключові біологічні процеси у шкірі, що порушуються внаслідок старіння. Пептиди виступають сигнальними молекулами, які здатні стимулювати проліферацію фібробластів, синтез колагену, еластину та гіалуронової кислоти, сприяючи відновленню позаклітинного матриксу. Вони беруть участь у регуляції процесів клітинної комунікації, захисті від оксидативного стресу та активації репаративних механізмів. Завдяки цьому застосування пептидів у складі антивікових косметичних засобів сприяє зменшенню вираженості зморшок, підвищенню еластичності та пружності шкіри, поліпшенню її бар'єрної функції та загального стану. За механізмом дії виділяють кілька основних груп пептидів:

1. *Сигнальні пептиди* впливають на відновлення матриксу дерми, імітуючи фрагменти колагену та еластину. У відповідь фібробласти починають активно синтезувати новий колаген, еластин та гіалуронову кислоту. Завдяки цьому шкіра відновлює свою пружність, еластичність, і відбувається помітне зменшення глибини та кількості зморшок.

2. *Пептиди-міорелаксанти* діють на нервово-м'язові закінчення, знижують інтенсивність скорочення мімічних м'язів, запобігаючи формуванню та поглибленню мімічних зморшок.

3. *Пептиди-носії* транспортують мікроелементи безпосередньо до клітин. Мідні пептиди є потужними антиоксидантами, що сприяють загоєнню, зменшенню запалення та стимулюють вироблення колагену та інших структурних білків, відіграють важливу роль у процесах регенерації.

Косметика з ефектом ліфтингу – це засоби з активними речовинами у складі, які забезпечують відновлення пружності та еластичності шкіри внаслідок активації вироблення природних сполук, які відповідають за ці властивості.

Ретиноїди використовують у anti-age терапії для стимуляції вироблення колагену проти зморшок, тьмяності та старіння шкіри. Ретиноїди здатні добре регулювати пігментацію шкіри, освітлюючи її та блокуючи появу нових

пігментних плям за рахунок пригнічення вироблення меланіну. Регулярне застосування косметики з ретиноїдами дозволяє підтримувати чистоту шкіри та її рівномірний тон, запобігати передчасному старінню. Ретиноїди визивають одночасно потовщення епідерміса та відлущення рогового шару, прискорюючи поновлення кератиноцитів. Також ретиноїди здатні регулювати роботу сальних залоз, завдяки чому шкіра виробляє менше себуму та стає більш матовою та шовковистою. У лікарських косметичних засобах для корекції старіння використовують ретинол, ретинолу пальмітат, третиноїн, ізотретиноїн та інші. Але ретиноїди мають і побічні ефекти: може спостерігатись лущення, почервоніння, свербіж та сухість, печія. При виявленні будь-якого з цих побічних ефектів слід зменшити концентрацію або частоту нанесення. На початку слід використовувати ретиноїди раз на 1-2 дні, щоб шкіра звикла до них. Поступово можна переходити на засіб з більшою концентрацією, а також застосовувати його частіше.

Важливою складовою дерми є *колаген*, тому креми, що містять синтетичний колаген допомагають відновити шкіру, додаючи плівковий шар на її поверхню, щоб зменшити втрату води та захистити від факторів навколишнього середовища. Засоби для догляду за шкірою з пептидами колагену, факторами росту та вітамінами А та С можуть стимулювати регенерацію колагену та зменшувати ознаки старіння шкіри.

У процесі старіння ключовим механізмом, на який можна націлити стратегії втручання, щоб уповільнити наслідки старіння, є окисне пошкодження клітин і тканин. Порушення балансу між виробництвом активних форм кисню (АФК) і клітинним антиоксидантним захистом визначається як окислювальний стрес. АФК можуть спричинити пошкодження внутрішньоклітинних компонентів, таких як ДНК, ліпіди та білки. Проте шкіра має захисні механізми, які протидіють шкідливому впливу. Ці захисні механізми, незважаючи на високу ефективність, мають обмежену здатність і можуть бути перевантажені, особливо під час старіння. Тому застосування *антиоксидантів*

у косметичі чинить профілактичний та лікувальний ефект на шкірні покрови. При пошкодженні клітин АФК раціонально використовувати екзогенні антиоксиданти, які знижують рівень вільних радикалів.

У косметичі частіше використовують жиророзчинні (токоферол, каротиноїди, сквален, убіхінон) та водорозчинні антиоксиданти (глутатіон, вітамін С) і біофлавоноїди (екстракт зеленого чаю, виноградних кісточок, душиці, гвоздики, ромашки, календули, ін.).

Антиоксиданти також класифікуються на первинні, вторинні та синергічні. Дія *первинних антиоксидантів* спрямована не на знищення вільних радикалів, а на забезпечення їх відсутнім електроном. Тому вони переривають реакції вільних радикалів і захищають наші клітини. Ця група включає поліфеноли (містяться в природних інгредієнтах), токофероли, деякі синтетичні сполуки. Вони вважаються найефективнішими і потужними антиоксидантами в косметичних продуктах.

Вторинні антиоксиданти використовують для зниження активності вільних радикалів. Також такі антиоксиданти можуть посилювати дію первинних антиоксидантів і покращувати регенерацію. Ці ефекти демонструють, серед інших, фосфоліпіди, аскорбінова кислота та бета-каротин.

Певні типи антиоксидантів у косметичі можна комбінувати, щоб посилити дію один одного. Вони називаються *синергічними антиоксидантами*, чудовим прикладом є такі комбінації як вітаміни С і Е, вітамін С і біофлавоноїди. Використання антиоксидантів з іншими мінералами або вітамінами, наприклад, вітаміном Е і селеном або вітаміном С і магнієм, також допомагає покращити їх дію. Створюючи оптимальні антиоксидантні композиції в косметичних засобах можна досягти ефективного антирадикального захисту.

Загалом, антиоксидантні компоненти у косметичі беруть участь у кисневому обміні в тканинах, активізують мікроциркуляцію крові, покращують колір обличчя. Елементи контролюють роботу сальних залоз, підвищують пружність епідермісу, захищають клітини від зовнішніх агресивних факторів, а

волокна колагену та еластину – від передчасного руйнування. Дія антиоксидантів направлена на прискорення регенерації тканин та запобігання фотостарінню.

Ніацинамід життєво важливий у клітинних окисно-відновних реакціях, необхідних для метаболізму та репарації ДНК. Він демонструє здатність стимулювати синтез керамідів та інших ліпідних компонентів рогового шару, що призводить до підвищення когезії кератиноцитів та зниження трансепідермальної втрати води, що важливо для шкіри людей похилого віку. Внаслідок цього, він сприяє відновленню цілісності захисного бар'єру та підвищенню рівня гідратації шкіри.

Ніацинамід також посилює антиоксидантний захист клітин, допомагаючи нейтралізувати активні форми кисню, спричинені УФ-випромінюванням та іншими зовнішніми стресорами, має протизапальну активність, запобігає розподілу пігменту у верхніх шарах епідермісу, що призводить до освітлення пігментних плям, спричинених фотостарінням. Таким чином, ніацинамід одночасно вирішує проблеми бар'єрної дисфункції, хронічного запалення, пігментації та деградації колагену, що робить його важливим компонентом у розробці ефективних формул для комплексного антивікового догляду.

Вікове зниження рівня естрогенів в організмі людини призводить до порушення синтезу колагену, гіалуронової кислоти і, як наслідок, до зниження еластичності та гідратації шкіри, її потоншенню, виникненню зморшок. Щоб компенсувати нестачу естрогенів, сьогодні до складу косметичних продуктів додають меш шкідливі фітоестрогени, які діють на шкіру так само, як і їхні тваринні «двійники».

На мембранах клітин шкіри є специфічні рецептори. Гормони вступають у контакт із рецепторами і запускаються найважливіші процеси: активізуються клітинні ферменти, зростає швидкість поділу клітин. Цінною перевагою фітоестрогенів є те, що вони добре засвоюються організмом і не накопичуються у ньому. Естрогеноподібна дія полягає в активізації роботи фіброblastів,

стимуляції поділу клітин базального шару епідермісу. Крім того, фітоестрогени активізують синтез гіалуронової кислоти та колагену.

Майже всі фітоестрогени – сильні антиоксиданти та мають бактерицидні та протигрибкові властивості. Креми з фітоестрогенами активізують мікроциркуляцію, знімають запалення, покращують тонус шкіри та омолоджують її. Крім кремів та масок, фітоестрогени можуть входити до складу хімічних пілінгів, препаратів для мезотерапії.

Сьогодні знайдено понад 70 видів рослин, що містять фітоестрогени. Найбільш вивченими є фітоестрогени, які екстрагуються з сої, червоної конюшини. Насіння льону містить фітоестрогени лігнани, які в кишечнику людини перетворюються на ентеролактон та ентеродіол. У червоному винограді виявлено фітоестроген ресвератрол, що має високу антиоксидантну активність. Хміль містить фітоестроген 8-пренілнarinгенін. Джерелами фітоестрогенів є зародки пшениці, кукурудза, солодка, женьшень, шпинат, броколі, хміль, часник, календула, арніка, та багато інших.

Основним принципом зовнішнього лікування фотостаріння є *відлущування* поверхневого шару епідермісу та стимуляція утворення кератиноцитів. Для корекції фотостаріння рекомендується використовувати препарати та косметику, що містить кремній, мідь, цинк, каротин, вітаміни А, Е, С, В, антиоксиданти.

Застосовують пілінг з фруктовими АНА кислотами (молочною, гліколевою, лимонною, ін.), який дає змогу знизити щільність рогового шару, покращити гідратацію шкіри, зменшити вираженість зморшок. Стимулююча дія АНА кислот приводить до збільшення синтезу глікозаміногліканів та колагену у дермі, епідерміс стає тоншим, дерма – товще, роговий шар – пружним та еластичним, розгладжуються дрібні зморшки. До переваг застосування АНА кислот відносять м'яке відлущування, освітлення та зменшення пігментації (меланодермія, фотодерматоз), активізація процесу регенерації клітин, вироблення колагену, поліпшення текстури шкіри, зволожуюча дія. Але

високі концентрації АНА (понад 10%) можуть викликати сильне подразнення, сухість і пошкодження, тому рекомендують низькі концентрації (2-5%) більш м'яких кислот: молочної, мигдальної тощо.

Гліколева кислота міститься у зеленому винограді, цукровій тростини, має низьку молекулярну вагу, тому легше проходить крізь епідермальний бар'єр, найкращу дію виявляє у складі пілінгів, антивікових кремів та масок, сприяє оздоровленню і омолодженню шкіри.

Молочна кислота звичайний компонент молока, йогурту, чорниці, яблук, винограду. Молочна кислота є одним з основних компонентів NMF (натуральний зволожуючий фактор), тому впливає в першу чергу на адекватну гідратацію і зволоження шкіри, тим самим зберігаючи необхідний рівень вологи в епідермісі. Також у косметиці застосовується як ефективний відновлювач природного рН шкіри, у препаратах для відбілювання, стимулює вироблення керамідів для зміцнення і поліпшення захисного бар'єру епідермісу.

Яблучна кислота міститься у багатьох фруктах, має відлущувальну дію, стимулює клітини, посилює клітинний метаболізм, має антиоксидантні властивості, бореться з фотостарінням, куперозом.

Винна кислота міститься у винограді, добре поводить як активний інгредієнт в антивікових косметичних продуктах. Косметичні продукти з винною кислотою підходять пацієнтам із в'ялою, сухою та зневодненою шкірою.

Лимонна кислота у концентраціях близько 10% забезпечує виражену ексфоціацію, проте супроводжується високим ризиком подразнення, що зумовлено низьким показником рН=2,2. Лимонна кислота може спричинити легкі побічні ефекти, такі як почервоніння та лущення.

Мигдальна кислота – найбільша АНА, що повільніше проникає до шкіри. Це робить її гарним компонентом для чутливої та зроговілої шкіри. Застосовують мигдальну кислоту в косметиці для вирівнювання природного бар'єра шкіри; її очищення; зниження секреції шкірного сала; освітлення пігментних плям і рубців на шкірі (косметика для відбілювання); розгладження

дрібних зморшок. Також вона виявляє антибактеріальні властивості (препарати для лікування акне).

Ферулова кислота – антиоксидант рослинного походження, який робить шкіру більш стійкою до оксидативного стресу (пошкодження клітин унаслідок окислення) та допомагає боротися з такими ознаками фотостаріння, як гіперпігментація.

Використовують у віковій косметиці також інші кислоти. *Азелаїнова кислота*, яку добувають зі злаків, має антиоксидантну, протизапальну та антибактеріальну дію, використовують для лікуванні гіперпігментації. *Ретиноева кислота* сприяє утворенню нових клітин шкіри, допомагає зменшити прояв зморшок, бореться з гіперпігментацією, стимулює синтез колагену.

Гіалуронова кислота – популярний компонент зволожувальних та антивікових продуктів. Вона є важливим елементом сполучної тканини та бере участь у багатьох біологічних процесах. Гіалуронова кислота перешкоджає клітинній адгезії, надає стимулюючу дію на фібробласти шкіри, посилюючи їх міграцію і синтез колагену. Молекули цього полісахариду здатні притягувати та утримувати масу води, що значно перевищує їхню власну, тому чудово зволожує шкіру та допомагає розгладити дрібні зморшки. Завдяки таким властивостям гіалуронову кислоту використовують в ін'єкційній косметології.

Для корекції та уповільнення процесів фотостаріння застосовують **зовнішні відбілюючі засоби**: препарати гідрохінону, коєвої кислоти, аскорбінової кислоти та антиоксидантів (вітаміни Е, С каротиноїди, убіхінон, цинк, селен, екстракт зеленого чаю, виноградних кісточок, ін.).

Для профілактики фотостаріння з метою зменшення кількості фотонів, що досягають шкіри, використовують **фотозахисні засоби**. Більш детально інформація про фільтри надається у темі № 2.

Особливості косметичного догляду за шкірою людей похилого віку: вибір очищувальних, зволожувальних та захисних засобів

Шкіра людей похилого віку (геродерма) зазнає значних структурних та функціональних змін, спричинених хроно- та фотостарінням. Ці зміни включають зниження активності сальних та потових залоз, атрофію епідермісу та дерми, порушення синтезу ліпідів та компонентів натурального зволожуючого фактора, а також погіршення мікроциркуляції. Як наслідок, геродерма часто характеризується вираженим ксерозом (сухістю), втратою еластичності, підвищеною чутливістю та схильністю до дерматитів.

Мета косметичного догляду для цієї групи пацієнтів – не лише естетична корекція, але й відновлення бар'єрної функції, зменшення запалення, профілактика вторинних інфекцій та підвищення якості життя. Вибір засобів має бути обережним, максимально фізіологічним та спрямованим на мінімізацію подразнювального потенціалу.

Очищення є першим етапом будь-якого косметичного догляду. У похилому віці воно має бути максимально делікатним, оскільки бар'єрна функція шкіри ослаблена, а роговий шар схильний до надмірного злущення та сухості. При неправильному підході, очищення може спричинити деградацію ослабленого гідроліпідного бар'єру, саме тому у засобах очищення старіючої шкіри повинна бути м'яка основа без агресивних компонентів з додаванням зволожуючих речовин.

Традиційні засоби на основі високопінних аніонних ПАР (лаурилсульфат натрію, лауретсульфат натрію), мають високий детергентний та емульгуючий потенціал. Вони здатні надмірно видаляти не лише забруднення, але й міжклітинні ліпіди рогового шару, викликаючи збільшення рН поверхні шкіри, підвищення TEWL та посилення ксерозу. Для вікової шкіри, де синтез ліпідів вже знижений, це неприпустимо. Тому очищувальні засоби для людей похилого віку повинні мати нейтральний або слабокислий рН (близько 5,5) і містити м'які амфотерні та неіоногенні ПАР.

При створенні рецептури очищувальних засобів рекомендовано уникати використання сульфатів, сильних ароматизаторів, надлишку консервантів. У той же час, очищувальні засоби повинні бути збагачені емолієнтами (олії ши, жожоба) та гумектантами (гліцерин, пантенол), щоб одночасно з очищенням здійснювали зволожувальну та заспокійливу дію

Рекомендують для очищення такі косметичні форми як м'які пінки («Балансуюча легка пінка CeraVe для очищення нормальної, комбінованої та чутливої шкіри обличчя»), молочко («Міцелярне молочко антивікове 60+ для обличчя» Deborah Dermolab) та креми для очищення («Очищувальний крем для обличчя» La Roche-Posay), що представляють емульсійні системи, які м'яко видаляють забруднення, залишаючи на шкірі захисну плівку.

При необхідності видалення ліпофільних забруднень без порушення гідроліпідної мантії рекомендують використовувати очищувальні олії та бальзами (Наприклад, «Олія-емолент A-Derma Ehomega Control очищувальна для atopічної та сухої шкіри»). Також використовують милоподібні засоби, що містять м'які ПАР та менше лужних компонентів, ніж класичне мило.

До функцій зволожувальних засобів для геродерми відноситься поповнення дефіциту води (гідратація) та відновлення міжклітинних ліпідів (репарація бар'єру). **Зволожувачі** поділяються на три основні групи, які часто комбінуються в одній формулі для досягнення максимального ефекту.

1. *Гумектанти* (вологоутримувальні компоненти) представляють собою гідрофільні речовини, що притягують воду з дерми або навколишнього середовища, утримуючи її у верхніх шарах епідермісу. Найкращі результати показує гіалуронова кислота, яка утворює плівку на поверхні, запобігаючи TEWL; проникає у дерму, стимулюючи гідратацію та регенерацію. Також інтенсивну гідратацію забезпечує використання гліцерину. Сечовина діє як ефективний гумектант і кератолітик, сприяючи кращому проникненню інших активних компонентів і пом'якшенню гіперкератозу. Приклади: La Roche-

«PosayHyalu B5 Serum», Vichy «Aqualia Thermal Rich (зволожуючий крем для сухої шкіри)».

2. *Емолієнти* (пом'якшувальні компоненти) – це ліпідоподібні речовини, які заповнюють проміжки між кератиноцитами, відновлюючи гладкість шкіри та зменшуючи лущення. До них відносяться олії рослинного походження (ши, арганова, олія авокадо), сквалан, жирні спирти.

3. *Репаранти та оклюзійні агенти* безпосередньо відновлюють структурну цілісність ліпідного бішару. Холестерол є ключовим компонентом ліпідного матриксу рогового шару шкіри, поряд із церамідами та вільними жирними кислотами, та допомагає підтримувати цілісність бар'єру, запобігаючи втраті вологи та захищаючи шкіру від зовнішніх подразників (УФ-променів, забруднень). У комбінації з церамідами та жирними кислотами холестерол утворює збалансований ліпідний комплекс, який імітує природний склад шкіри, що забезпечує максимальну ефективність зволоження та відновлення (Bioderma «Atoderm Crème Multi-Restauratrice»).

Оклюзійні агенти (вазелін, мінеральна олія, диметикон) створюють на поверхні плівку, яка запобігає втраті води. Вони незамінні у нічному догляді та при вираженому ксерозі.

Найважливіша функція догляду за віковою шкірою – це *захист* від зовнішніх факторів, що прискорюють старіння: УФ-випромінювання та оксидативного стресу. Для цього до складу косметики додають фізичні фільтри, що є найбільш бажаними для чутливої та вікової шкіри, оскільки вони є фотостабільними, гіпоалергенними та діють шляхом відбивання УФ-променів. Вони мінімізують ризик подразнення та системної абсорбції.

Для *нейтралізації вільних радикалів*, які є ключовим механізмом фотостаріння та хроностаріння, антиейджінг догляд повинен бути збагачений антиоксидантами. Потужний антиоксидант L-аскорбінова кислота стимулює синтез колагену та має освітлювальну дію (корекція пігментації).

Жиророзчинний вітамін Е синергічно працює з вітаміном С, захищаючи ліпіди мембран.

Косметика на основі натуральних екстрактів користується великою популярністю серед споживачів завдяки своїй безпеці та ефективності. Рослинні компоненти виявляють антиоксидантні, сонцезахисні, відбілюючі та протизапальні властивості, зволожують та сприяють відновленню бар'єру. Ці ефекти дозволяють рослинним інгредієнтам ефективно покращувати антивіковий ефект засобів догляду за шкірою за допомогою різних шляхів проти старіння. У рослинних матеріалах із зволожуючими властивостями водорозчинні компоненти, такі як полісахариди та глікозиди, що містять гідроксильні групи, можуть зв'язувати молекули води за допомогою водневих зв'язків. Наприклад, полісахариди солодки та алое не тільки мають зовнішній зволожувальний ефект, але й можуть сприяти експресії аквапорину в епідермальних кератиноцитах.

У рослинах з антиоксидантними властивостями природні антиоксиданти в основному включають три категорії: феноли, каротиноїди та вітаміни. Вони можуть зменшувати окислювальне пошкодження від вільних радикалів та активних форм кисню, підтримувати або відновлювати окисно-відновний гомеостаз клітин шкіри.

У рослинних компонентах із сонцезахисними та відбілюючими властивостями фенольні хінони, флавоноїди, фенілпропаноїди та каротиноїди, можуть ефективно поглинати ультрафіолетове світло, діючи як природні сонцезахисні засоби. Солодка («королева відбілювання») може також пригнічувати активність тирозинази. Бакухіол (бакучіол) – монотерпен, виділений з насіння *Psoralea corylifolia* Linn., виявляє широкий спектр біологічної активності. Він став популярним інгредієнтом у косметичних засобах для догляду за старіючою шкірою завдяки гарній депігментуючій активності.

Фармацевтичне консультування при виборі омолоджуючих засобів: типові помилки споживачів та індивідуалізація рекомендацій

Фармацевт є першим спеціалістом, до якого звертається споживач за порадою щодо вибору косметичних засобів. Якість цієї консультації визначає не лише ефективність догляду, але й комплаєнс пацієнта та запобігання можливим побічним ефектам. Консультування при виборі антивікових засобів вимагає розуміння не лише біохімічних процесів старіння та дії активних компонентів, але й психологічних аспектів та типових помилок споживачів.

Споживачі часто не мають достатніх знань про фізіологію шкіри та фармакологію активних речовин, що призводить до неправильно застосування косметики. Найпоширенішою помилкою є фокусування виключно на кремні від зморшок, при цьому ігноруються базові етапи догляду: очищення та щоденний УФ-захист. Споживачі недооцінюють роль УФ-випромінювання як основного тригера фотостаріння, вважаючи, що сонцезахисний крем потрібен лише влітку або на пляжі. Тому фармацевтам при консультуванні необхідно наголошувати, що SPF широкого спектру (≥ 30) є фундаментом антивікового догляду, який має застосовуватися щоденно, незалежно від погоди чи пори року.

Часто пацієнти очікують майже миттєвого та радикального усунення глибоких зморшок, але біохімічні процеси синтезу колагену під впливом ретиноїдів чи пептидів, вимагають часу, які помітні лише через 8-12 тижнів, а стабільний ефект – через 6 місяців регулярного застосування.

Через бажання отримати швидкий ефект, споживачі часто одночасно використовують занадто багато БАР при догляді, що може призвести до подразнення, пошкодження бар'єрної функції, почервоніння та сухості (ретиноїдний дерматит). Фармацевту необхідно обов'язково інформувати про несумісність таких потужних груп, як ретиноїди та АНА/ВНА-кислоти, які краще використовувати у різний період.

Часто пацієнти ігнорують потреби вікової шкіри у ліпідах, тому необхідно акцентувати увагу на засобах, збагачених церамідами, скваланом, жирними

кислотами та оклюзійними агентами, які забезпечують відновлення гідроліпідного бар'єру та запобігають TEWL.

Ефективне консультування базується на зборі інформації про пацієнта та адаптації рекомендацій під його індивідуальні потреби. Перед рекомендацією необхідно встановити вік та тип старіння. Чи переважає хроностаріння (сухість, атрофія, дрібні зморшки) чи фотостаріння (пігментація, глибокі зморшки, еластоз)? Необхідно звернути увагу на чутливості шкіри та наявності дерматологічних проблем (розацеа, купероз, схильність до алергії, екземи). Чутлива шкіра вимагає виключення агресивних АНА та високих доз ретиноїдів. Необхідно з'ясувати чи приймає пацієнт системні ретиноїди або інші препарати, що впливають на шкіру. Чи часто пацієнт перебуває на сонці?

Побудова індивідуальної стратегії догляду має бути структуровані за наступними пріоритетами: захист та репарація шкірного бар'єру, стимуляція та регенерація, корекція пігментації.

Ранковий догляд рекомендовано починати з м'якого очищення та використанням зволожуючих кремів з фізичними фільтрами та антиоксидантними агентами (вітамін С, ферулова кислота, ніацинамід), що нейтралізують денний оксидативний стрес, запобігають пошкодженню ДНК, підтримують цілісність бар'єру.

У вечірньому догляді необхідно використовувати делікатне очищення з наступним використанням живильних нічних кремів. При глибоких зморшках та фотостарінні рекомендується косметика з ретиноїдами у низьких концентраціях (0.1-0.3%) 2-3 рази на тиждень, поступово збільшуючи частоту. Обов'язкове попередження про можливе лущення. Якщо пацієнт має чутливу шкіру, потрібно звертати увагу на косметичні засоби з пептидами або ніацинамідом, що забезпечують стимуляцію з мінімальним ризиком подразнення.

При ксерозі та тьмяності шкіри використовують зволожуючі косметичні засоби з молочною кислотою (низька концентрація 2-5%) та м'якими

ексфоліантами. Для боротьби з пігментацією, спричиненою віком та сонцем, рекомендувати засоби з ніацинамідом (5-10%), транексамовою кислотою, коєвою кислотою або вітаміном С.

Фармацевт має усвідомлювати, що деякі потужні активні речовини можуть мати виражений вплив на шкіру, аналогічний лікарським засобам.

При введенні до догляду ретиноїдів, необхідно попередити пацієнта про «період адаптації», який може тривати від 2 до 6 тижнів і супроводжуватися сухістю та лущенням. Рекомендації щодо усунення побічних ефектів: зменшити частоту застосування (наносити через день), використовувати метод «сендвіча» (зволожувальний крем - ретиноїд - зволожувальний крем), посилити використання репаративних зволожувачів, що містять кераміди та гіалуронову кислоту.

Необхідно враховувати можливу синергію або антагонізм між косметичними активами та лікарськими препаратами. Наприклад, пацієнти, які приймають системні ретиноїди (ізотретиноїн тощо), повинні повністю виключити з догляду будь-які зовнішні ретиноїди та потужні кислоти, оскільки це може спричинити серйозну дерматологічну реакцію. Аналогічно, місцеві стероїди можуть підвищувати чутливість шкіри до інгредієнтів.

Ефективність антивікової косметики нівелюється, якщо пацієнт ігнорує ключові фактори, що прискорюють старіння: куріння, надмірне споживання цукру, стрес та порушення сну.

Консультація фармацевта повинна інтегрувати рекомендації щодо косметичного догляду з порадами щодо корекції способу життя, забезпечуючи, таким чином, найбільш повний та ефективний підхід до боротьби з віковими змінами.

Тести для самоконтролю

1. Зниження синтезу яких ключових ліпідних компонентів міжклітинного матриксу призводить до послаблення бар'єрної функції та зростання трансепідермальної втрати води?

- A. Вітаміну E та ретиноїдів
- B. Аскорбінової та молочної кислота
- C. Тирозинази та теломерази
- D. Церамідів та холестеролу
- E. Вітаміну D та мелатоніну

2. Який із клінічних проявів є найбільш характерним для фотостаріння?

- A. Порушення пігментації
- B. Витончення шкіри
- C. Зниження секреції потових залоз
- D. Блідість шкірних покривів
- E. Ослаблення терморегуляції

3. Що є основною причиною появи старечих плям при старінні шкіри?

- A. Зниження рівня естрогенів та тестостеронів
- B. Збільшення рівня тестостеронів при зниженні рівня естрогенів
- C. Збільшення кількості меланоцитів та руйнування колагену
- D. Зменшення кількості меланоцитів з надвиробництвом меланіну
- E. Потовщення епідермісу та посилення продукції шкірного сала

4. Яка група речовин створюють на поверхні шкіри вологоутримуючу плівку?

- A. Гідрофільні регідранти
- B. Гідрофобні регідранти
- C. Фактори росту
- D. Антиоксиданти

Е. Сигнальні пептиди

5. Яка група пептидів впливає на нервово-м'язові закінчення, що запобігає поглибленню мімічних зморшок?

А. Сигнальні пептиди

В. Пептиди-носії

С. Нейропептиди

Д. Колаген

Е. Фактори росту

6. Який активний компонент демонструє багатовекторну дію, включаючи стимуляцію синтезу церамідів, посилення антиоксидантного захисту та запобігання розподілу пігменту у верхніх шарах епідермісу?

А. Ніацінамід

В. Вітамін С

С. Гіалуронова кислота

Д. Ретинол

Е. Молочна кислота

7. Який діапазон рН найбільш рекомендований для очищувальних засобів, призначених для геродерми?

А. Висококислий (рН близько 2,0)

В. Кислий (рН близько 3,5)

С. Нейтральний (рН близько 5,5)

Д. Лужний (рН близько 7,0)

Е. Високолужний (рН близько 9.0)

8. Які речовини утворюють синергічну антиоксидантну пару, де водорозчинний компонент допомагає регенерувати жиророзчинний,

забезпечуючи комплексний захист ліпідних мембран та водного середовища клітин старіючої шкіри?

- A. Вітаміни С та Е
- B. Ретинол та бакухіол
- C. Колаген та еластин
- D. Діоксид титату та оксид цинку
- E. Цераміди та жирні кислоти

9. До якої групи зволожувальних компонентів належить гіалуронова кислота?

- A. Гумектанти
- B. Емоленти
- C. Репаранти
- D. Оклюзійні компоненти
- E. Фільмоутворювачі

10. Яка найпоширеніша помилка споживачів нівелює ефективність будь-якого антивікового крему від зморшок?

- A. Ігнорування щоденного застосування SPF широкого спектру*
- B. Поєднання кремів з фітоестрогенами та декоративної косметики
- C. Застосування низьких концентрацій АНА кислот
- D. Використання додатково вітаміну Д
- E. Нанесення крему після очищення шкіри
- F. Застосування крему тільки в осінньо-зимовий період

Список використаної літератури

Нормативно-законодавчі документи

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. –

Доповнення 6. - Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2023. – 424 с

Основна

2. Федорова О. В. Технологія та застосування лікувально-косметичних засобів : навч. посібник / О. В. Федорова, Р.О. Петріна, Н. Л. Заярнюк [та ін.]. - Л. : Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 244 с.

Додаткова

3. A Daily Cleansing–Moisturizing Routine for Maintaining Skin Integrity in Aged-Care Residents: A Case Report [Електронний ресурс] / D. Mijaljića, J. P. Townley, F. Spada et al. // *Dermato.* – 2025. – Vol. 5, Is. 1. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/dermato5010005>

4. A global perspective on the treatment and maintenance of mature skin using gentle cleansers and moisturizers / J. W. Fluhr, A. F. Alexis, A. Andriessen et al. // *International Journal of Dermatology.* – 2024. – Vol. 63, Is. 12. – P. 1676-1684. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijd.17375>

5. Ahmed I. A. Anti-aging skincare [Електронний ресурс] / I. A. Ahmed, M. A. Mikail // *Anti-Aging Pharmacology.* – Academic Press, 2023. – P. 269-284. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823679-6.00008-4>

6. Application of plant extracts cosmetics in the field of anti-aging [Електронний ресурс] / M. Xie, Z. Jiang, X. Lin, X. Wei // *Journal of Dermatologic Science and Cosmetic Technology.* – 2024. – Vol. 1, Is. 2. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.jdsct.2024.100014>

7. Dermatological Management of Aged Skin [Електронний ресурс] / E. Rostkowska, E. Poleszak, K. Wojciechowska, K. Dos Santos Szewczyk // *Cosmetics.* – 2023. – Vol. 10, Is. 2. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/cosmetics10020055>

8. Environmentally-induced (extrinsic) skin aging: Exposomal factors and underlying mechanisms / J. Krutmann, T. Schikowski, A. Morita, M. Berneburg // *Journal of Investigative Dermatology.* – 2021. – Vol. 141, Is.4. – P. 1096-1103.

9. Influences on skin and intrinsic aging: biological, environmental, and therapeutic insights [Электронный ресурс] / R. S. Hussein, S. Bin Dayel, O. Abahussein, A. A. El-Sherbiny // Journal of Cosmetic Dermatology. – 2025. – Vol. 24, Is. 2. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/jocd.16688>
10. Lee A. Y. Skin pigmentation abnormalities and their possible relationship with skin aging [Электронный ресурс] / A. Y Lee // International journal of molecular sciences. – 2021. – Vol. 22, Is. 7. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijms22073727>
11. Lee H. Structural and functional changes and possible molecular mechanisms in aged skin [Электронный ресурс] /H. Lee, Y. Hong, M. Kim // International journal of molecular sciences. – 2021. – Vol. 22, Is. 22. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/ijms222212489>
12. Mijaljica D. Skin cleansing without or with compromise: soaps and syndets [Электронный ресурс] / D. Mijaljica, F. Spada, I. P. Harrison // Molecules. – 2022. – Vol. 27, Is. 6. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules27062010>
13. Research progress on skin aging and active ingredients / X. He, F. Wan, W. Su, W. Xie // Molecules. – 2023. – Vol. 28, Is. 11. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/molecules28145556>
14. Skin aging from mechanisms to interventions: focusing on dermal aging [Электронный ресурс] / S. H. Shin, Y. H. Lee, N. K. Rho, K. Y. Park // Frontiers in Physiology. – 2023. – Vol. 14. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1195272>
15. Skin depigmenting agents in anti-aging cosmetics: A medicinal perspective on emerging ingredients [Электронный ресурс] / D. I. Resende, M. S. Ferreira, J. M. Lobo et al. // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12, Is. 2. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/app12020775>
16. Tanaka Y. Actinic Damage: The Major Cause of Skin Aging. Journal of Cosmetics / Y. Tanaka, A. Aganahi, R. Parker // Dermatological Sciences and Applications. – 2025. – Vol. 15. – P. 139-158. DOI: 10.4236/jcdsa.2025.153009.

ПРАВИЛЬНІ ВІДПОВІДІ НА ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Тема 1

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Тема 3

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Тема 2

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

Тема 4

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.

