

**МОЛЧАНОВА КАТЕРИНА**

Київський національний університет технологій та дизайну  
e-mail: [katyakatrin1999@gmail.com](mailto:katyakatrin1999@gmail.com)

**АНДРЕЄВА ОЛЬГА**

Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID ID: [0000-0001-8374-2306](https://orcid.org/0000-0001-8374-2306)  
e-mail: [wayfarer14@ukr.net](mailto:wayfarer14@ukr.net)

**ПЕРВАЯ НАТАЛІЯ**

Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID ID: [0000-0002-5086-3926](https://orcid.org/0000-0002-5086-3926)  
e-mail: [vsu@knutd.com.ua](mailto:vsu@knutd.com.ua)

**ЗАСТОСУВАННЯ ПЕПТИДІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОСМЕТИЧНИХ КРЕМІВ**

*У роботі наведено огляд сучасних досліджень із пошуку, створення та застосування пептидів як біологічно активних складових емульсійних кремів по догляданню за шкірою обличчя у напрямку розширення сировинної бази, асортименту та підвищення ефективності дії цих косметичних засобів.*

*Ключові слова: косметичні креми, пептиди, технологія, властивості.*

**MOLCHANOVA KATERINA**

Kyiv National University of Technologies and Design

**ANDREYEVA OLGA**

Kyiv National University of Technologies and Design

**PERVAIA NATALIYA**

Kyiv National University of Technologies and Design

**APPLICATION OF PEPTIDES FOR THE MANUFACTURE OF COSMETIC CREAMS**

*Cosmetic creams are considered one of the most common types of cosmetic products. This is due to their preventive and therapeutic properties, ease of consumption and affordability. The largest part of cosmetic facial skin care creams is created on the basis of emulsions, which can be explained by the ability of the latter to combine oil and water phases, the possibility of introducing various active ingredients and good consumer properties. Particular attention is drawn to products that have not only a cosmetic effect, but also have special properties such as regenerating, antibacterial, wound healing ability. To create products that have a more effective effect on the skin, the search for components and technological methods that can provide this is relevant.*

*Recent advances in pharmaceutical, bio- and chemical technology have led to the development of innovative cosmeceuticals that use peptides to improve skin condition. The long-term benefits of these products have not yet been adequately assessed, but a review of the literature indicates a growing body of evidence to support their use. This is achieved due to the inclusion in the composition of emulsion cosmetic creams of low molecular weight peptides obtained by hydrolysis of proteins of plant origin, marine animals, as well as agents that enhance their penetration into the skin in the form of chemical enhancers and needle patches. At the same time, it should be noted that the use of natural resources for the production of bioactive peptides is not enough to meet the growing demands of consumers. To solve this problem, various biotechnological tools and processes for the synthesis of bioactive peptides are used. The main requirements for the created peptide compositions are their physical and chemical stability, compatibility with the skin and its components, and effective action.*

*Keywords: cosmetic creams, peptides, technology, properties.*

**Постановка проблеми**

Вигляд та стан шкіри – її колір, тон, пігментація, характеристика поверхні – значною мірою відображають вік, спосіб життя і стан здоров'я людини [1]. Тому різні галузі промисловості (парфумерно-косметична, фармацевтична, харчова, хімічна, біотехнологічна) пропонують величезний арсенал косметичних засобів для того, щоб очистити, заспокоїти, відновити, зміцнити й захистити нашу шкіру, тобто підтримати її у нормальному стані.

Завдяки ефективності та простоті застосування й доволі прийнятній ціновій політиці одним із найбільш популярних засобів по догляданню за шкірою вважаються косметичні креми (у подальшому просто «креми») [2]. Зараз на полицях магазинів є креми різного складу і цільового призначення – для живлення та зволоження, усунення зморшок та інших недоліків шкіри. При цьому через погіршення клімату, урбанізацію, стрімкий темп і не завжди здоровий образ життя, передчасне старіння населення вимоги до якості та ефективності дії косметичних кремів постійно підвищуються. Задовольнити різноманітні потреби споживачів, викликати довіру потенційних покупців й тим самим отримати прибуток виробникам можна шляхом розробки інноваційних препаратів, а також вдосконалення існуючих рецептур і технологій.

**Аналіз досліджень та публікацій**

Одним із популярних видів косметичної продукції для доглядання за шкірою, які користуються постійним попитом споживачів, є креми. Відповідно до нормативної документації [3] крем косметичний уявляє собою косметичний засіб мазеподібної консистенції для догляду за шкірою, волоссям, нігтями тощо з вмістом спеціальних речовин або добавок, які визначають його конкретну функційну призначеність та вузьконаправлену дію. За складом креми поділяють на жирові, емульсійні та на гелевій основі. Від мазей вони відрізняються тим, що містять більше води, мають приємніший запах та вигляд.

Креми володіють багатьма корисними функціями, наприклад, такими як зволожуюча, живильна, омолоджуюча, антибактеріальна, але основна функція будь-якого крему – захист шкірного покриву людини від холоду, сонячних променів, вітру, часу та інших негативних впливів [2, 4].

Раніше креми готували шляхом простого змішування двох або більше інгредієнтів із використанням води у якості розчинника. Перший засіб для догляду за шкірою (кольдкрем) створив грецький лікар, хірург і філософ римської доби Клавдій Гален, який змішав воду з оливковою олією та бджолиним воском. Згодом аналогічні препарати зустрічалися в різні епохи, на різних континентах, і інгредієнти в їхньому складі могли варіюватися, так, замість звичайної води стали використовувати рожеву, а замість оливкової олії мигдальну [5].

Основною всіх сучасних кремів для догляду за шкірою, як і в давнину, є композиція жирних речовин, води та біологічно активних компонентів. Оскільки вода та олія не змішуються, вводять емульгатори. На даний час найбільш поширеними на косметичному ринку є емульсійні креми, що обумовлено високою косметичною ефективністю та рентабельністю даної групи косметичних засобів. Фізіологічна виправданість використання емульсій в якості основи цих косметичних засобів обґрунтована такими чинниками як: а) структурні та функціональні особливості шкірного покриву, негативні зміни яких попереджають і коригують саме емульсійні косметичні креми. До прикладу, суха, надто чутлива шкіра, що характеризується типом «мантії», вимагає компенсуючої дії з боку водомасляних систем (емульсії типу «вода/масло»), а жирний тип шкіри – застосування систем з переважаючою кількістю води, тобто емульсії типу «масло/вода»; б) раціональне поєднання у складі емульсій води та жирів, що забезпечує низку життєво важливих функцій як шкіри, так і організму в цілому. Оскільки водожирова система за природою та складом близька до природних компонентів шкіри, вона здатна активно впливати на процеси, що відбуваються у структурі останньої; в) присутність води, яка сприяє змочуванню, гідратації шкірної поверхні, що, у свою чергу, збільшує її сорбційні властивості. Значною мірою цьому також сприяють нативні «епідермальні емульгатори» – холестерин та його ефіри. Внаслідок зазначеного покращується контакт шкіри з оточуючим середовищем, що сприяє активізації процесів всмоктування та десорбції; г) здатність гідратованої шкірної поверхні підвищувати свою «пропускну» здатність. На відміну від жирних та гелеподібних кремів до складу емульсій при необхідності можна вводити речовини з різними властивостями [2, 4].

З літератури [6, 7] та практики пересічного споживача відомо про зростаючий попит на косметичні засоби, у складі яких є інгредієнти, що виявляють біологічну активність: вітаміни, вуглеводи, білки тощо. Особливе місце серед цих сполук посідають пептиди, насамперед, природного походження, які стимулюють вироблення природної гіалуронової кислоти, колагену, еластину, підвищують тургор та щільність шкіри, надаючи помітний ліфтинг-ефект, вирівнюють рельєф шкіри, розгладжуючи зморшки, забезпечують антиоксидантний захист, зокрема захищаючи від вільних радикалів. Крім того, креми з пептидами мають накопичувальний ефект. Недарма деякі косметологи називають пептиди «таємними агентами краси» [8].

Традиційне уявлення про пептиди пов'язане з природними чи синтетичними органічними сполуками, молекули яких складаються із залишків амінокислот (двох та більше), що з'єднані між собою ковалентними пептидними зв'язками  $-CO-NH-$  у нерозгалужений ланцюг. Довжина пептидного ланцюга в пептидах і білках може коливатися у широких межах – від 2 до 100, а іноді до тисячі амінокислотних залишків [9, 10].

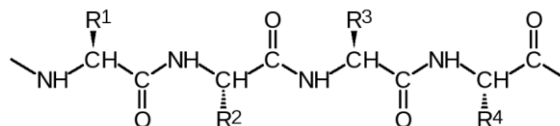


Рис.1.  $-CO-NH-$  ланцюг

Пептиди, що містять до 10 амінокислотних залишків, називаються олігопептидами, понад 10 амінокислотних залишків – поліпептидами. Сполуки побудовані з більш, ніж 100 (за деякими даними 50-70) амінокислотних залишків, дістали назву «білки» (або «протеїни»). Головна відмінність пептидів від амінокислот і білків полягає у тому, що пептиди не мають видоспецифічності. Наприклад, колаген риб у складі крему не покращить стану шкіри людини; але якщо цей колаген розщепити та ввести отримані пептиди до складу крему, то від такого косметичного продукту можна очікувати омолоджувального ефекту, хоча деякі косметологи схиляються до думки, що хімічно синтезовані пептиди безпечніші за ті, що отримані розщепленням білків живої природи.

Пептиди розрізняються за видом, кількістю та розташуванням амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюжку. Наприклад, пептиди про-сер-про-ала-гіс і гіс-ала-про-сер-про, незважаючи на однаковий кількісний та якісний склад, мають різні властивості [11].

Унікальна будова, відносно висока стабільність й чітко визначені дії роблять пептиди привабливими для багатьох показань, пов'язаних зі шкірою (в першу чергу, для антивікової терапії) та волоссям. До основних переваг пептидів належать біосумісність, висока біологічна активність, біофункціональність і легкість модифікації. Завдяки цим перевагам наноматеріали на основі пептидів використовуються у виготовленні ліків, тканинній інженерії, регенеративній медицині, вакцинах, діагностиці та косметиці [12, 13].

На сьогоднішній день у розпорядженні хіміків та біотехнологів є два види пептидів: натуральні та синтетичні. Натуральні пептиди утворюються за допомогою гідролізу – хімічної реакції між водою та білками, внаслідок чого утворюються гідролізати, основною складовою яких є окремі амінокислоти (АК) або ланцюжки з кількох АК, які і є пептидами. Синтетичні пептиди збираються з амінокислот на кшталт конструктора. У лабораторіях постійно створюються все нові й нові синтетичні пептиди – як правило, вони мають більш вузько спрямовану дію та дозволяють адресувати ті або інші завдання більш прицільно.

Інтерес до пептидів у косметичній сфері виник в результаті відкриття їх корисних ефектів при загоєнні ран. Оскільки пептиди беруть участь у величезній кількості фізіологічних процесів, було логічно продовжити їх використання у косметичних цілях. За способом дії косметичні пептиди ділять на три основні групи:

- *сигнальні пептиди* – складаються переважно з пептидів, що здатні збільшувати синтез колагену або, навпаки, інгібувати розщеплення колагену колагеназою;

- *пептиди, що впливають на нейротрансмітери* – імітують ефекти ботулінічних нейротоксинів;

- *пептиди-носії* – діють шляхом доставки мікроелементів, необхідних ферментативних процесів.

Більшість пептидів, що використовуються у косметичній сфері, призначені для протидії процесу старіння шкіри. Потреба у таких продуктах обумовлена зростаючим у суспільстві прагненням зберегти молодий зовнішній вигляд навіть у літньому віці, а також широтою можливих методів лікування та догляду для досягнення цієї мети [14]. Багаторічний досвід у галузі синтезу пептидів ще більше розширює перспективи застосування цих сполук при створенні сучасних ефективних косметичних засобів. На поточний момент виявлено понад півтори тисячі різновидів таких речовин.

При розробці косметичних складів для догляду за здоровою шкірою та лікування пошкодженої або дисфункціональної шкіри все більш популярними стають пептиди. Декілька компаній, таких як PharmaSpecial, Galena, Biotec, Lipotec та Silab, інвестують у технологічно інноваційні біоактивні пептиди, приділяючи особливу увагу сигнальним пептидам і пептидам-інгібіторам нейротрансмітерів. Біоактивні пептиди становлять 10 % всіх продажів фармацевтичних компаній [15]. Проте, публікацій про такі пептиди недостатньо. Здебільшого подається інформація про антивікову косметичну продукцію і пептиди, що синтезуються з пальмітолу і застосовуються у кремах для розгладжуванні зморшок або наповнення шкіри. Тому для підвищення ефективності дії та розширення асортименту кремів виникає потреба в аналізі та систематизації інформації з удосконалення складу і технології виготовлення цих косметичних засобів з використанням пептидів.

#### Формулювання цілей статті

З урахуванням переваг емульсійних кремів та пептидів, як дієвих компонентів останніх, визначено мету дослідження – аналіз сучасних розробок із застосування пептидів для виготовлення емульсійних косметичних кремів у напрямку розширення асортименту й підвищення ефективності дії цих засобів на шкіру людини. Оскільки емульсійні креми з пептидами застосовуються переважно для догляду за шкірою обличчя, акцент зроблено саме на такому їх призначенні. Об'єкт дослідження – пептиди як складова емульсійних косметичних кремів для догляду за шкірою обличчя, а також самі креми. Предмет дослідження – пошук та одержання пептидів різного походження для виготовлення дієвих косметичних кремів на їх основі. У роботі застосовано загальнонаукові методи пізнання у вигляді опису, спостереження, аналізу та синтезу, а також такі методологічні прийоми, як порівняння й встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

#### Виклад основного матеріалу

Пошук нових сполук, що запобігають або послаблюють старіння шкіри, покращують її зовнішній вигляд, був одним із пріоритетів дослідження активних косметичних засобів у роботі [16]. Автори відпрацювали режими одержання косметичного крему типу «масло-вода» на основі самоемульгуючої основи Lipoderm 4/1. У якості активної речовини використали пептид Матриксил, відмінною особливістю якого є здатність діяти через місцеве застосування, що дає більше переваг порівняно зі складом на основі ботулінічного токсину. Встановлено оптимальну частоту обертання ротора при диспергуванні жирової фази, що дозволяє отримати емульсії певної консистенції та ступеня дисперсності. Використання в рецептурі косметичного крему пептиду Матриксил у кількості до 5 % не знижує емульсійні властивості цього засобу. На відсутність гідролітичних процесів в емульсії, що призводять до псування отриманого препарату, вказує стабільність його рН при двомісячному зберіганні.

Зазвичай вважається, що гідролізати колагену (пептиди) з низькою молекулярною масою (LMW) проявляють кращу біологічну активність, ніж їх більш розмірні аналоги. Однак, приготування низькомолекулярних гідролізатів колагену часто ускладнено їх особливою структурою, перехресними зв'язками та наявністю гідроксипроліну. В огляді [17] проаналізовано здобутки у приготуванні низькомолекулярних гідролізатів колагену та методах визначення молекулярної маси. Обговорено проблеми та перспективи майбутніх напрямів в отриманні гідролізату колагену LMW, наприклад, представлена мотивація харчової, косметичної та деяких інших галузей промисловості до отримання низькомолекулярного гідролізату колагену з побічних продуктів харчової промисловості, які здатні викликати певні фізіологічні реакції в організмі.

Для забезпечення ефективної дії активного компонента косметичного засобу на шкіру необхідно не лише обґрунтовано обрати цей компонент, а й забезпечити його транспортування до всіх шарів шкіри без втрати активності. З точки зору автора [18], розрахунки якого підтверджені експериментально, найбільш придатними носіями є носії рослинного походження: саме вони ефективно доставляють поліпептиди, що входять до складу

активного інгредієнта, до всіх необхідних складових шкіри: косметичний засіб (крем) у вигляді комплексу рослинного походження своєю ефективною дією сприятиме омолодженню шкіри людини, розгладжуванню зморшок, відновленню нормального стану шкіри, її вологості, пружності, міцності, еластичності, гладкості та природного кольору. На підставі комплексного дослідження можливості використання численних рослин для формування активного компонента косметичного засобу встановлено, що на кінцеву ефективність компонента впливають лише біологічно розміри активних поліпептидів рослинного походження молекулярної масою від 1 до 98 кДа. Тобто, частинки будь-якої рослини (тобто не лише лікарської) у вигляді поліпептидів такої молекулярної маси, незалежно від індивідуальних властивостей рослини, формують активний компонент з певною вище ефективністю. Експериментально доведена доцільність застосування основи з рослинних компонентів, вибраних із групи буферних та желеутворюючих агентів, ароматизаторів, консервантів, стабілізаторів і т.і.

Все більшу увагу сучасної біотехнологічної промисловості привертає виробництво стійких, поживних та екологічно чистих продуктів і препаратів на базі побічних продуктів агропромислового виробництва. Способи отримання пептидів (точніше поліпептидів) із рослинної сировини відомі в галузі техніки. Зокрема, у відповідності з [18] отримання активного компонента косметичного крему і контроль молекулярної маси поліпептидів, що входять до його складу, здійснюється за наступним алгоритмом: промивання сировини – сушіння – екстрагування – центрифугування – ліофілізація – визначення поліпептидного складу отриманого препарату – пакування – зберігання.

У роботі [19] у якості джерела рослинного протеїну та біоактивних пептидів розглядається бавовняна сировина, наводяться докази біофункціональності та перспективи промислового застосування цих сполук. Авторами всебічно обговорені методи найбільш ефективної екстракції білка бавовняного насіння з екулентною концентрацією держсиполу. Поліпептиди бавовняного насіння виявляють антиоксидантну, протимікробну, імуномодулюючу та інгібуючу активність ангіотензинперетворюючого ферменту. Чудові функціональні харчові властивості та відносно низька вартість порівняно з іншими рослинними поліпептидами роблять їх прийнятними біоагентами для різних харчових та нехарчових застосувань, наприклад, у косметичній промисловості.

Гідроліз білків може спричинити утворення великої кількості біоактивних фрагментів. Для отримання пептидів з високою біологічною активністю білок *насіння китайської айви* гідролізували папаїном [20]. Після очищення ультрафільтрацією, гель-фільтраційною хроматографією та високоефективною рідинною хроматографією з оберненою фазою отримано два пептиди: NYRRE (аспарагін-тирозин-аргінін-глутамінова кислота) і RHAKF (аргінін-гістидин-аланін-лізин-фенілаланін). У тестах на антиоксиданти RHAKF продемонстрував сильнішу DPPH активність видалення супероксидних аніон-радикалів та інгібуювання перекисного окиснення ліпідів, а також кращу мідь-хелатуючу активність, ніж NYRRE. На підставі моделювання молекулярного докінгу встановлено, що між RHAKF і тирозиназою спостерігається більше сайтів стикування, що, ймовірно, підтверджує кращу інгібуючу поведінку даного пептиду. Одержані результати передбачають, що він буде більш прийнятним як потенційний засіб для догляду за шкірою у фармацевтичній або косметичній промисловості.

Метою роботи [21] було визначити захисні ефекти (антиоксидантний, протизапальний та омолоджуючий) пептидних екстрактів *зерен сорго білого* проти пошкоджень, спричинених впливом ультрафіолетового опромінення в органотипічних культурах шкіри. Витягнуті із зерен сорго фракції-окупанти гідролізували алкалазою з отриманням неочищених гідролізатів. Потім методом ультрафільтрації готували два пептидних екстракти з молекулярною масою 1-3 кДа (PE-3) і менше 1 кДа (PE-1). Результати біопроб показали, що оброблення обома екстрактами значно знижує: а) пошкодження, викликане ультрафіолетовим опроміненням, за рахунок послаблення активності супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази та за рахунок підвищення активності каталази; б) рівень протизапальних цитокінів у вигляді інтерлейкіну 1- $\beta$  та інтерферону- $\gamma$ , а також фактор некрозу пухлини- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ). Крім того, ці пептидні екстракти інгібують активність колагенази, еластази і тирозинази. Отже, ферментативне виробництво таких екстрактів із захисними функціями шкіри може стати перспективною стратегією створення потенційних інгредієнтів нових космецевтичних складів.

Метою дослідження [22] було виявити біоактивні пептиди, що вивільняються з гідролізату білків *насіння Vicia faba* – однорічної трав'яної рослини родини бобових (*Fabaceae*), кормової та овочевої культури. Модель гідролізу проводили із трипсином. Спочатку отриманий гідролізат фракціонували за допомогою катіонообмінної хроматографії, потім найбільш біологічно активну фракцію аналізували методом тандемної мас-спектрометрії ВЕРХ з оберненою фазою. Після анотації за допомогою програмного забезпечення Peaks (BSI, Канада) для секвенування пептидів *de novo* ідентифікували сім пептидів, переважно отриманих із запасних білків (легумін та вітелін). Ці пептиди додатково хімічно синтезували для оцінювання їхньої антиоксидантної здатності, антитирозинознавої активності та антибіоплівкової здатності проти *Pseudomonas aeruginosa* PA14. Результати показали, що пептиди P5-P7, ідентифіковані як LSPGDVLVIPAGYPVAIK, VESEAGLTETWNPNHPELR і EEYDEEKEQGEEIR, виявляють найвищу активність видалення радикалів DPPH (IC<sub>50</sub> = 0,25-1,9 мМ). P5 був єдиним пептидом, здатним хелатувати залізо і відновлювати Fe<sup>3+</sup> до Fe<sup>2+</sup>. Крім того, пептиди P4 (GPLVHPQSQSQSN) і P6 спостерігалися як потужні інгібітори тирозинази зі значеннями IC<sub>50</sub> 1 та 0,14 мМ відповідно. P1, P5, P6 та P7 також показали цікаву антибіоплівкову активність проти *Pseudomonas aeruginosa* PA14 зі значенням MBIC<sub>50</sub> в діапазоні від

12 до 35 мкМ. Отримані дані свідчать, що гідролізат білків насіння *Vicia faba* може бути джерелом природних біоактивних пептидів для косметичних та фармацевтичних цілей.

Одним з поширених шкірних захворювань із серйозними психосоціальними наслідками є гіперпігментація. Групою вчених виявлено [23], що новий декапептид-12 безпечніший за гідрохінон у зниженні вмісту меланіну з ефективністю більшою, ніж 50 %, після шістнадцяти тижнів лікування двічі на день. Однак, цей пептид має обмежене проникнення через шкіру внаслідок своєї гідрофільності та високої молекулярної маси. Для подолання такого обмеження декапептид-12 модифікували додаванням ланцюга пальмітату. За результатами молекулярного докінгу два пептиди виявили однакову біологічну активність щодо тирозинази. Дослідники також перевірили дію хімічних підсилювачів (олеїнова кислота та ментол) проникнення та мікроголки для доставки двох пептидів у шкіру та через шкіру, використовуючи метод проникнення через шкіру людини *in vitro*. Було показано, що пальмовий пептид краще утримується в шкірі за рахунок підвищеної ліпофільності, а при шкірному всмоктуванні пальмових пептидів досягається їх терапевтична концентрація у шкірі. Комбінований підхід з використанням молекулярної модифікації, хімічного посилення проникнення та пластиру з мікроголками виявився корисним для покращення проникнення пептидів через шкіру.

У роботі шведських вчених [24] повідомляється про розробку багатьох фізіологічно активних пептидів та білків, проте, на ринку відсутня фармацевтична та косметична продукція для місцевого застосування, яка містить ці чутливі молекули. Основними причинами можуть бути відсутність стабільності та обмеження проникнення більших молекул у шкіру. Авторами досліджено можливість створення такого пептидного складу, який забезпечує проникнення пептидів у волосяні фолікули та відповідає наступним критеріям:

- склад повинен бути хімічно та фізично стабільним;
- склад повинен мати привабливі косметичні властивості;
- склад повинен бути сумісним як зі шкірою, так і зі шкірним жиром.

Гіпотеза полягала в тому, що підвищена стабільність пептиду може бути досягнута шляхом його зберігання у твердій формі та у безводному середовищі, а проникнення в шкіру полегшене за рахунок зменшення розміру частинки (менше 10 мкм) при виготовленні пептиду, а також використання допоміжних речовин, сумісних зі шкірним покривом. На підставі цього розроблено безпечну та косметично привабливу рецептуру, що полегшує локальний розподіл модельного пептиду FOL-005 у шкірі, водночас забезпечуючи хімічну та фізичну стабільність.

В останні роки поглиблений розвиток і використання отримали пептиди водних тварин і рослин [25-29]. Прикладами морських джерел біоактивних пептидів є водорості, молюски та риби. У цих пептидів виявлено низку цінних біологічних властивостей у вигляді антиоксидантної, антиатеросклерозної, протипухлинної, антикоагулянтної, протизапальної, антигіпертензивної та антимікробної активності. Крім того, пептиди, отримані з морських джерел, можуть представляти великий інтерес через такі функціональні властивості, як розчинність, емульгуюча та піноутворювальна здатність.

У статті португальських вчених [27] наведено інформацію про біоактивні пептиди, виділені з різних морських джерел, їх біологічну активність, функціональні властивості та промислове застосування. Найбільш поширеним методом виробництва пептидів є ферментативний гідроліз. І хоча гідролізати морських білків вже використовуються в різних промислових цілях, біоактивні пептиди не знайшли широкого індивідуального застосування. Однак, завдяки зазначеним вище біологічним властивостям, морські пептиди можуть представляти великий інтерес для промислового застосування, наприклад, як активні інгредієнти харчових або косметичних продуктів; консерванти для харчових продуктів або косметики; протизапальні космецевтичні засоби; фармацевтичні або нутрицевтичні продукти для лікування або профілактики захворювань, з потенційно меншою кількістю побічних ефектів порівняно з синтетичними ліками. Пептиди, отримані з молюсків, мають антимікробні властивості. Проте, включення пептидів у промислові матриці може призвести до зниження їхньої біоактивності. Одним із найцікавіших підходів до підвищення захисту пептидів від несприятливих зовнішніх факторів може бути інкапсуляція.

*Asterias pectinifera* або морська зірка – дуже незвичайна, безхребетна голкошкіра істота, яка мешкає в морях та океанах, руйнуючи аквакультурну промисловість через свій надзвичайний апетит. Нещодавно у Кореї вона була визнана екологічно чистим джерелом нетоксичних і добре розчинних у воді низькомолекулярних пептидів колагену, які сприяють загоєнню ран, регенерації кісток та захисту шкіри. Потенційно ці пептиди можуть застосовуватися з біомедичною метою, включаючи фармацевтичні та косметичні продукти, проте, залишалось незрозумілим, яким чином вони здатні поліпшити абсорбцію колагенових пептидів *in vivo*. Виходячи з цього, автори [28] розробили метод підвищення швидкості поглинання колагену пептидів з використанням наноносія на основі ліпідів. Таким чином, комбінація низькомолекулярних пептидів колагену, отриманих з *Asterias pectinifera*, та еластичних наноліпосом стала багатообіцяючою перспективою екологічно чистого джерела матеріалів для антивікової косметики.

Порошкоподібний пептид *голотурії* або морського огірка, який належить до класу безхребетних тварин типу голкошкірих, уявляє собою низькомолекулярний (молекулярна маса менше 1 кДал) пептид, отриманий протеолітичним гідролізом з подальшим поділом та очищенням гідролізату морського огірка. Цей пептид переважно колагеновий й додатково містить різні активні пептиди, такі як нейропептид, глікопептид та антибактеріальний. Йому притаманні швидке поглинання, високий коефіцієнт використання,

гарна розчинність, стабільність і низька в'язкість. Широко використовується у харчовій, медичній, косметичній та фармацевтичній промисловості [29].

Заради об'єктивності слід зазначити, що використання природних ресурсів для виробництва біоактивних пептидів недостатньо для задоволення зростаючих потреб людей. Для вирішення цієї проблеми використовуються біотехнологічні інструменти та процеси для синтезу біоактивних пептидів. Порівняно з традиційним біоактивним пептидом синтезований не лише задовольняє потреби споживачів, а іноді й більш ефективний.

З появою соціальної проблеми старіння зростає попит людей на активні інгредієнти для захисту здоров'я шкіри та терапевтичної ефективності. Біоактивні пептиди є оптимальними речовинами для боротьби зі старінням шкіри з високою безпекою та великою різноманітністю біологічних дій, таких як антиоксидантна, антивікова, антидіабетична, антигіпертензивна та антибактеріальна. В останні роки природні та синтетичні пептиди проти старіння були широко вивчені *in vitro*, *in vivo* та клінічно. До прикладу, такі пептиди проти старіння, як пептиди колагену, можуть впливати на різні фізіологічні шляхи шкіри і мають значний ефект захисту шкіри при місцевому застосуванні та вживанні в їжу. Ці характеристики показують, що біоактивні пептиди можуть покращити здоров'я шкіри, забезпечуючи певні фізіологічні функції. В огляді [30] підсумовано дослідження пептидів проти старіння та застосування пептидів проти старіння для покращення здоров'я шкіри, які в основному базуються на пептидах колагену та відповідних синтетичних пептидах (рис. 2).

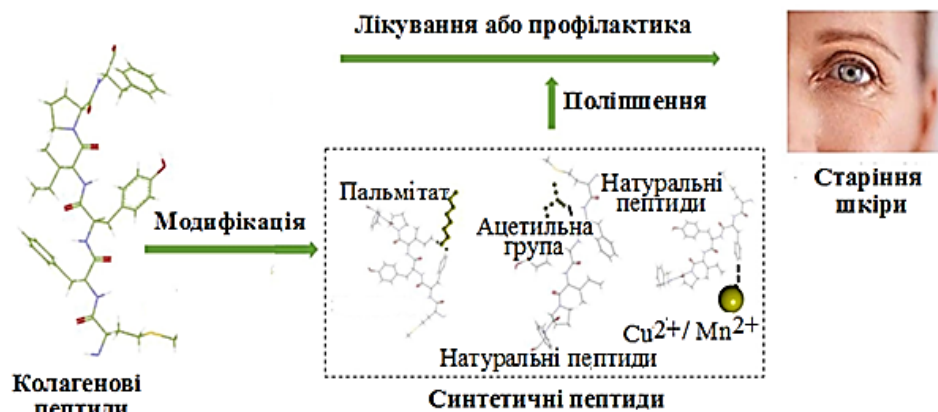


Рис. 2. Природні та синтетичні пептиди проти старіння [30]

### Висновки

Одним з найпоширеніших видів косметичної продукції є креми, які завдяки широкому використанню екстрактів цілющих рослин, ефірних та рафінованих жирних олій, білків, вітамінів, а також простоті застосування та досить прийнятній ціновій політиці мають профілактично-лікувальні властивості та великий попит у населення. Найбільша частина косметичних кремів для догляду за шкірою обличчя створюється на основі емульсій, що обумовлено здатністю останніх поєднувати масляну та водну фази, можливістю введення різних активних компонентів і такими гарними споживчими властивостями, як зволожуюча здатність, легкість всмоктування та нанесення на шкіру. Особливу увагу привертають засоби, які надають на шкіру не тільки косметичну дію, але й виявляють деякі спеціальні властивості, наприклад регенеруючу, антибактеріальну, ранозагоювальну дію і т.д. Для створення продуктів, що мають більш ефективний вплив на шкіру, актуальним є пошук інгредієнтів та технологічних прийомів, здатних це забезпечити.

Останні досягнення у дослідженнях, пов'язаних із загоєнням ран та старінням шкіри, призвели до розробки інноваційних косметичних препаратів, які для покращення стану шкіри передбачають використання пептидів. Довгострокові переваги цих продуктів ще неповністю оцінені, проте аналіз літератури свідчить у тому, що кількість доказів користі, отриманої від використання, постійно зростає. Це досягається шляхом включення до складу косметичних емульсійних кремів низькомолекулярних пептидів, отриманих шляхом гідролізу білків рослинного походження, морських тварин, а також засобів, що підсилюють їх проникнення в шкіру, наприклад, хімічних підсилювачів та голкових пластирів. Заради об'єктивності слід зазначити, що використання природних ресурсів для виробництва біоактивних пептидів недостатньо для задоволення зростаючих потреб людей. Для вирішення цієї проблеми використовуються біотехнологічні інструменти та процеси синтезу біоактивних пептидів. Основні вимоги до створюваних пептидних складів полягають у їх фізико-хімічній стабільності, сумісності зі шкірою та її компонентами та, безумовно, ефективності дії.



## Література

1. Біохімія шкіри та її додатків : навчальний посібник / К. В. Александрова, Н. П. Рудько, О. Б. Макоїд, О. Ю. Черчесова, Д. А. Васильєв. Запоріжжя : ЗДМУ, 2021. 96 с.
2. Пешук Л. В., Бавіка Л. І., Демідов І. М. Технологія парфумерно-косметичних продуктів : навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2007. 376 с.
3. ДСТУ 2472:2006. Продукція парфумерно-косметична. Терміни та визначення понять : наказ Держспоживстандарту України від 1 серпня 2006 р. № 227 з 2007-07-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 70 с.
4. Технологія косметичних засобів : підручник / О. Г. Башура, О. І. Тихонов, В. В. Россіхін та ін. ; за ред. О. Г. Башури і О. І. Тихонова. Х. : НФаУ, Оригінал, 2017. 552 с.
5. Історія cold-cream. <https://www.ambra.in.ua/en/novini/istoriya-cold-cream>
6. Переваги органічної косметики. <https://sts.sumy.ua/society-2/perevagy-organichnoyi-kosmetyky.html>
7. Pulok K. Mukherjee, Niladri Maitya, Neelesh K. Nema, Birendra K. Sarkar (2011). Bioactive compounds from natural resources against skin aging. *Phytomedicine*. №19. pp. 64–73.
8. Пептиди в косметології, крем для обличчя з пептидами - топ 10, пептиди для шкіри, очей, уколи. <https://prostolady.com.ua/525-peptidi-v-kosmetologiyi-krem-dlya-oblichchya-z-peptidami-top-10-peptidi-dlya-shkiri-ochey-ukoli.html>
9. Raymond Cooper, George Nicola (2015). *Natural Products Chemistry. Sources, Separations, and Structures*. London-New York: Taylor & Francis Group, LLC CRC Press, 206 p.
10. Olga Andreyeva, Ivan Gryshchenko. *Natural Products Chemistry: Tutorial*. Kyiv : Svit Uspichu, 2022. 496 p.
11. Пептиди. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B8>
12. Берладір Х. В., Говорун Т. П., Олешко О. М. Біомедичні матеріали: від історії до сьогодення : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2022. 223 с.
13. Yasemin Budama-Kilinc, Burak Ozdemir, Kubra Gozutok. Peptide-based nanobiomaterials: In book «*Nanobiomaterials Science, Development and Evaluation*». Istanbul : Yildiz Technical University, 2017. pp. 135–146.
14. Peptides in cosmetics: pioneering partner for cosmetic peptides. <https://www-bachem-com.translate.googleusercontent.com/translate/knowledge-center/white-papers/peptides-in-cosmetics/>
15. Tamyres Nassa Lima, Carla Aparecida Pedriali Moraes. Bioactive peptides: applications and relevance for cosmeceuticals. *Cosmetics*. 2018. 5 (1). pp. 1–9.
16. Пептид Matrixyl Morphomics. <https://zulfiya.ua/peptidi/3675-peptid-matrixyl-morphomics>
17. Hui Hong, Hongbing Fan, Meram Chalamaiah, Jianping Wu. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 301. Article 125222.
18. Gogidze Z. D. International patent application ZST/UA 2014/000063, A61K 8/64 (2006.01), A61K 8/30(2006.01), A61Q 19/00 (2006.01). Cosmetic cream. International publication number WO 2014/204423 A1.
19. Manoj Kumar, Muzaffar Hasan, Prince Choyal etc. Cottonseed feedstock as a source of plant-based protein and bioactive peptides : Evidence based on biofunctionalities and industrial applications. *Food Hydrocolloids*. 2022. Vol. 131. Article 107776.
20. Yejun Deng, Lixin Huang, Caihong Zhang etc. Skin-care functions of peptides prepared from Chinese quince seed protein: Sequences analysis, tyrosinase inhibition and molecular docking study. *Industrial Crops and Products*. 2020. Vol. 148. Article 112331.
21. Tania P. Castro-Jácomea, Luz E. Alcántara-Quintana, Efigenia Montalvo-González, etc. Skin-protective properties of peptide extracts produced from white sorghum grain kafirins. *Industrial Crops and Products*. 2021. Vol. 167. Article 113551.
22. Antioxidant, antityrosinase and antibiofilm activities of synthesized peptides derived from Vicia faba protein hydrolysate: A powerful agents in cosmetic application. *Industrial Crops and Products*. Vol. 109 (15). December 2017. pp. 310–319.
23. Jungen Chen, Junxing Bian, Basil M. Hantash, etc. Enhanced skin retention and permeation of a novel peptide via structural modification, chemical enhancement, and microneedles. *International Journal of Pharmaceutics*. 2021. Vol. 606. Article 120868.
24. Anna Runnsjöa, Susanna Liljedahla, David Sagna, etc. A Novel Microparticle Based Formulation for Topical Delivery of FOL-005, a Small Peptide. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2022. Vol. 111 (5). pp. 1309–1317.
25. Морські організми як багате джерело біологічно активних пептидів. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.667764/full>
26. Ahmed M., Verma A. K., Patel R. Collagen extraction and recent biological activities of collagen peptides derived from sea-food waste: A review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2020. Vol. 18. Article 100315.
27. Sara Alexandra, Cunha Manuela, Estevez Pintado. Bioactive peptides derived from marine sources:

Biological and functional properties. Trends in Food Science & Technology. 2022. Vol. 119. pp. 348–370.

28. Seong-Beom Hana, Bada Wonb, Seung-chan Yangb, Dong-Hwee Kima. Asterias pectinifera derived collagen peptide-encapsulating elastic nanoliposomes for the cosmetic application. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2021. Vol. 98. pp. 289–297.

29. Пептидний порошок морського огірка. <http://ua.sxpanier.com/plant-extract/sea-cucumber-peptide-powder.html>

30. Xiaocao Zhao, Xuejiao Zhang, Dengyong Liu. Collagen peptides and the related synthetic peptides: A review on improving skin health. Journal of Functional Foods. 2021. Vol. 86. Article 104680.

#### References

1. Biokhimiia shkiry ta yii prydatkiv : navchalnyi posibnyk / K. V. Aleksandrova, N. P. Rudko, O. B. Makoid, O. Yu. Cheresova, D. A. Vasyliiev. Zaporizhzhia : ZDMU, 2021. 96 s.
2. Peshuk L. V., Bavika L. I., Demidov I. M. Tekhnolohiia parfurno-kosmetychnykh produktiv : navchalnyi posibnyk. K. : Tsentr uchbovoi literatury, 2007. 376 c.
3. DSTU 2472:2006. Produktsiia parfurno-kosmetychna. Terminy ta vyznachennia poniat : nakaz Derzhspozhyvstandartu Ukrainy vid 1 serpnia 2006 r. № 227 z 2007-07-01. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 70 s.
4. Tekhnolohiia kosmetychnykh zasobiv : pidruchnyk / O. H. Bashura, O. I. Tykhonov, V. V. Rossikhin ta in. ; za red. O. H. Bashury i O. I. Tykhonova. Kh. : NFAU, Oryhinal, 2017. 552 s.
5. Istoriia cold-cream. <https://www.ambra.in.ua/en/novini/istoriya-cold-cream>
6. Perevahy orhanichnoi kosmetyky. <https://sts.sumy.ua/society-2/perevagy-organichnoi-kosmetyky.html>
7. Pulok K. Mukherjeea, Niladri Maitya, Neelesh K. Nema, Birendra K. Sarkar (2011). Bioactive compounds from natural resources against skin aging. Phytomedicine. №19. rr. 64–73.
8. Peptydy v kosmetolohii, krem dlia oblychchia z peptydamy - top 10, peptydy dlia shkiry, ochei, ukoly. <https://prostolady.com.ua/525-peptidi-v-kosmetologiyi-krem-dlya-oblychchia-z-peptidami-top-10-peptidi-dlya-shkiry-ochey-ukoli.html>
9. Raymond Cooper, George Nicola (2015). Natural Products Chemistry. Sources, Separations, and Structures. London-New York: Taylor & Francis Group, LLC CRC Press, 206 r.
10. Olga Andreeva, Ivan Gryshchenko. Natural Products Chemistry: Tutorial. Kyiv : Svit Uspichu, 2022. 496 r.
11. Peptydy. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B8>
12. Berladir Kh. V., Hovorun T. P., Oleshko O. M. Biomedychni materialy: vid istorii do sohodennia : navchalnyi posibnyk. Sumy : Sumskyi derzhavnyi universytet, 2022. 223 s.
13. Yasemin Budama-Kilinc, Burak Ozdemir, Kubra Gozutok. Peptide-based nanobiomaterials: In book «Nanobiomaterials Science, Development and Evaluation». Istanbul : Yildiz Technical University, 2017. rr. 135–146.
14. Peptides in cosmetics: pioneering partner for cosmetic peptides. <https://www.bachem-com.translate.google.com/translate/goog/knowledge-center/white-papers/peptides-in-cosmetics/>
15. Tamyres Nassa Lima, Carla Aparecida Pedriali Moraes. Bioactive peptides: applications and relevance for cosmeceuticals. Cosmetics. 2018. 5 (1). rr. 1–9.
16. Peptyd Matrixyl Morphomics. <https://zulfiya.ua/peptidi/3675-peptid-matrixyl-morphomics>
17. Hui Hong, Hongbing Fan, Meram Chalamaiah, Jianping Wu. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. Food Chemistry. 2019. Vol. 301. Article 125222.
18. Gogidze Z. D. International patent application ZST/UA 2014/000063, A61K 8/64 (2006.01), A61K 8/30(2006.01), A61Q 19/00 (2006.01). Cosmetic cream. International publication number WO 2014/204423 A1.
19. Manoj Kumar, Muzaffar Hasan, Prince Choyal etc. Cottonseed feedstock as a source of plant-based protein and bioactive peptides : Evidence based on biofunctionalities and industrial applications. Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 131. Article 107776.
20. Yejun Deng, Lixin Huang, Caihong Zhang etc. Skin-care functions of peptides prepared from Chinese quince seed protein: Sequences analysis, tyrosinase inhibition and molecular docking study. Industrial Crops and Products. 2020. Vol. 148. Article 112331.
21. Tania P. Castro-Jácomea, Luz E. Alcántara-Quintana, Efigenia Montalvo-González, etc. Skin-protective properties of peptide extracts produced from white sorghum grain kafirins. Industrial Crops and Products. 2021. Vol. 167. Article 113551.
22. Antioxidant, antityrosinase and antibiofilm activities of synthesized peptides derived from Vicia faba protein hydrolysate: A powerful agents in cosmetic application. Industrial Crops and Products. Vol. 109 (15). December 2017. rr. 310–319.
23. Jungen Chen, Junxing Bian, Basil M. Hantash, etc. Enhanced skin retention and permeation of a novel peptide via structural modification, chemical enhancement, and microneedles. International Journal of Pharmaceutics. 2021. Vol. 606. Article 120868.
24. Anna Runnsjöa, Susanna Liljedahla, David Sagna, etc. A Novel Microparticle Based Formulation for Topical Delivery of FOL-005, a Small Peptide. Journal of Pharmaceutical Sciences. 2022. Vol. 111 (5). rr. 1309–1317.
25. Morski orhanizmy yak bahate dzherelo biolohichno aktyvnykh peptydiv. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.667764/full>
26. Ahmed M., Verma A. K., Patel R. Collagen extraction and recent biological activities of collagen peptides derived from sea-food waste: A review. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2020. Vol. 18. Article 100315.
27. Sara Alexandra, Cunha Manuela, Estevez Pintado. Bioactive peptides derived from marine sources: Biological and functional properties. Trends in Food Science & Technology. 2022. Vol. 119. rr. 348–370.
28. Seong-Beom Hana, Bada Wonb, Seung-chan Yangb, Dong-Hwee Kima. Asterias pectinifera derived collagen peptide-encapsulating elastic nanoliposomes for the cosmetic application. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2021. Vol. 98. rr. 289–297.
29. Peptydnyi poroshok morskoho ohirka. <http://ua.sxpanier.com/plant-extract/sea-cucumber-peptide-powder.html>
30. Xiaocao Zhao, Xuejiao Zhang, Dengyong Liu. Collagen peptides and the related synthetic peptides: A review on improving skin health. Journal of Functional Foods. 2021. Vol. 86. Article 104680.