

КОСМЕЦЕВТИЧНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ШКІРИ ПІСЛЯ КОНТАКТУ З ЗАБРУДНЕНИМ ПОВІТРЯМ

Хроль Д.А., Белінська А.П.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, Dar'ia.Khrol@iht.khpi.edu.ua

Забруднення повітря, зокрема твердими частками (PM), поліциклічними ароматичними вуглеводнями, леткими органічними сполуками та оксидами азоту, є суттєвим фактором навколишнього середовища, що спричиняє пошкодження шкіри та прискорює її старіння [1, 2]. Епідеміологічні та механістичні дослідження демонструють, що продукти забруднення проникають у шкіру як трансдермально, так і через системний кровообіг, ініціюючи цитотоксичні та провоспальні каскади [2]. Ключовим патогенетичним механізмом є індукція окисного стресу за рахунок генерації активних форм кисню (АФК), що призводить до пошкодження ліпідів клітинних мембран, білків та ядерної ДНК кератиноцитів та фібробластів [1], [3]. Цей окисний стрес, у свою чергу, активує сигнальні шляхи, такі як NF-κB та MAPK, що викликає запальну відповідь, проявляючись у вигляді таких розладів, як пігментація, атопічний дерматит, акне та передчасне старіння, зокрема через деградацію колагену та еластину [1, 2, 4].

Відповіддю на ці виклики є розробка космецевтичних препаратів, спрямованих на проактивний захист та відновлення шкірного бар'єру. Стратегія формул включає два основних напрямки: перший – створення бар'єрних засобів, що перешкоджають адсорбції та проникненню забруднювальних речовин, і другий – включення активних компонентів з антиоксидантною, протизапальною та репаративною активністю для нейтралізації вже відбулих ушкоджень [1,5]. Ефективними антиоксидантами, що застосовуються в космецевтиці, є вітаміни С та Е, ферулова кислота, ресвератрол, екстракти зеленого чаю (багаті поліфенолами) та ніацинамід, які синергічно інактивують АФК та відновлюють окиснені компоненти клітин [2,4]. Особливу перспективу становлять нанотехнологічні рішення, зокрема наноемульсії, ліпосоми та полімерні наночастинки, які покращують стабільність, біодоступність та трансдермальну доставку цих активних інгредієнтів, забезпечуючи їх цільове потрапляння у живі шари епідермісу та дерми [3-4].

Нанотранспортери також дозволяють інкапсулювати нестійкі антиоксиданти, захищаючи їх від розкладання та забезпечуючи контрольоване вивільнення, що значно підвищує ефективність формули [4]. Крім того, для відновлення структурної цілісності шкіри та боротьби з ознаками старіння, індукованого забрудненням, ефективними виявляються пептиди, що стимулюють синтез колагену (наприклад, пальмітоїл пентапептид-4), а також ретиноїди та азелаїнова кислота, які нормалізують процеси диференціації

кератиноцитів та зменшують гіперпігментацію [2,5].

Проведений аналіз свідчить про те, що космецевтична галузь перетворюється з реактивного на проактивний підхід у догляді за шкірою в умовах підвищеного антропогенного навантаження. Майбутні дослідження та розробки, на нашу думку, будуть зосереджені на кількох ключових напрямках. Перспективним є створення "інтелектуальних" космецевтичних систем, здатних до адресної доставки активів у відповідь на специфічні біомаркери окисного стресу та запалення в шкірі [3-4]. Розвиток персоналізованої космецевтики, що враховує індивідуальні особливості шкірного мікробіому та генетичну схильність до пошкоджень, викликаних навколишнім середовищем, відкриває нові горизонти для підвищення ефективності терапії [1-2]. Крім того, необхідність комплексного підходу зумовлює потребу в розробці стандартизованих клінічних моделей та біомаркерів для точної оцінки ефективності космецевтичних засобів проти дії забруднювачів *in vivo*. Таким чином, інтеграція біотехнологій, наномедицини та доказової дерматології є вирішальним фактором для створення нового покоління високоефективних космецевтичних продуктів, спрямованих на збереження здоров'я шкіри в умовах сучасного міського середовища.

Література:

11. Krutmann, J., Liu, W., Li, L., Pan, X., Crawford, M., Sore, G., & Seite, S. (2014). Pollution and skin: From epidemiological and mechanistic studies to clinical implications. *Journal of Dermatological Science*, 76(3), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2014.08.008>
12. Roberts, W. (2021). Air pollution and skin disorders. *International Journal of Women's Dermatology*, 7(1), 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.11.001>
13. Goshtasbi, H., Hashemzadeh, N., Fathi, M., Movafeghi, A., Barar, J., & Omid, Y. (2025). Mitigating oxidative stress toxicities of environmental pollutants by antioxidant nanoformulations. *Nano TransMed*, 4, 100087. <https://doi.org/10.1016/j.ntm.2025.100087>
14. Cardoza, C., Nagtode, V., Pratap, A., & Mali, S. N. (2022). Emerging applications of nanotechnology in cosmeceutical health science: Latest updates. *Health Sciences Review*, 4, 100051. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2022.100051>
15. Lorencini, M., Brohem, C. A., Dieamant, G. C., Zanchin, N. I. T., & Maibach, H. I. (2014). Active ingredients against human epidermal aging. *Ageing Research Reviews*, 15, 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.03.002>