

ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКІВ У БІОФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ДЕРМАТОЛОГІЧНИХ ПРОДУКТІВ

Б.В. Путятін

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна
аспірант

Тема використання пробіотиків у дерматологічних продуктах є одним із найбільш інноваційних та динамічних напрямів сучасної біофармацевтики. Замість простого нанесення хімічних речовин на шкіру, цей підхід пропонує «живу» терапію, спрямовану на відновлення та підтримку природного мікробіому шкіри. На основі аналізу наукових публікацій та галузевих звітів, нижче представлено огляд ключових аспектів цієї технології.

Пробіотики в дерматології – це живі мікроорганізми, які при місцевому застосуванні приносять користь шкірі господаря. Їхнє основне завдання – боротися з «дисбіозом», тобто порушенням балансу мікрофлори, яке часто лежить в основі таких проблем, як акне, екзема, розацеа та передчасне старіння. Механізми їхньої дії різноманітні. Пригнічення росту патогенних бактерій, як-от «*Cutibacterium acnes*», що спричиняє акне. Стимуляція вироблення колагену в глибоких шарах шкіри (дермі), що сприяє зменшенню зморшок [1]. Посилення зволоження, зменшення почервоніння та заспокоєння чутливої шкіри. Модуляція місцевого імунітету та зменшення запалення.

Ключові технологічні етапи виробництва.

Виробництво дерматологічних пробіотиків – це складний високотехнологічний процес, який можна розділити на декілька ключових етапів.

1. Ферментація: вирощування корисних бактерій

Серцем будь-якого пробіотичного продукту є процес ферментації – контрольованого вирощування бактерій у біореакторах. Сучасні підходи демонструють різноманітність цього етапу:

Класична ферментація. Використовується для масштабування виробництва специфічних штамів. Наприклад, новозеландська компанія Blis Technologies у співпраці з дослідницьким центром змогла збільшити об'єми ферментації свого штаму «*Micrococcus luteus*» (*Blis Q24*) до 1000 літрів, щоб забезпечити комерційне виробництво сироватки проти акне.

Прецизійна ферментація (біотехнологія). Цей метод використовує бактерії як «живі фабрики» для виробництва високоочищених цінних молекул. Компанія *Roelmi HPC* створює лінійку інгредієнтів *EquiBiotics®*, ферментуючи власні штами лактобацил для отримання постбіотиків з доведеною ефективністю. Інший приклад – компанія *PanChiu Biopharmaceuticals*, яка отримує з лактобацил «PDRN» (полідезоксирибонуклеотид) – молекулу, що активує відновлення клітин та регенерацію тканин.

2. Постферментаційна обробка – як зберегти бактерії живими.

Отримати біомасу – це лише пів справи. Наступний виклик – зберегти бактерії життєздатними під час перетворення на стабільний продукт. Тут застосовуються різні підходи:

Захист клітинної стінки. Італійська компанія *Probiotal S.p.A.* розробила спеціальну технологію термічної обробки, яка, на відміну від традиційних методів, не руйнує клітинну стінку бактерій. Це дозволяє зберегти рецептори на поверхні клітин, необхідні для взаємодії зі шкірою, значно подовжити термін зберігання та точно підрахувати кількість живих клітин за допомогою проточної цитометрії.

Ліофілізація (сублімаційне сушіння) – це «золотистий стандарт» для перетворення чутливої біомаси на стабільний порошок. Ліофілізовані бактерії можуть зберігатися тривалий час і активуватися при контакті зі шкірою. Саме таку форму використовують українські дослідники у своїй розробці емульгелю «*Probioskin*».

Створення спор. Патент WO-2024257093-A1 пропонує унікальне рішення – використання генетично модифікованих пробіотиків у формі спор. У цьому стані вони повністю метаболічно неактивні («сплять»), що гарантує стабільність та безпеку. Активуються вони лише після нанесення на шкіру, потрапляючи у сприятливе середовище.

3. Розробка готової форми – створення фінального продукту.

Кінцевий етап – інтеграція пробіотичного компоненту в стабільну та зручну форму для нанесення на шкіру. Головна проблема – захистити живі бактерії від води, консервантів та інших інгредієнтів у складі крему чи гелю.

Двокамерні системи: Найнадійніший спосіб – фізично відокремити бактерії від основи продукту. BASF, розробляючи свій антивіковий пробіотик *Probiolift*, розглядає можливість використання двокамерного пакування, де бактерії та крем змішуються безпосередньо перед нанесенням. Подібне технологічне рішення вже запатентоване для сироватки *Supernatural Blemish Serum*, де пробіотики зберігаються в олійній основі та активуються при змішуванні з другим продуктом за допомогою двокомпонентної помпи.

Складні емульсії. Інший шлях – створення стабільної емульсії, яка захищає пробіотик. Українські вчені розробили технологію емульгелю «*Probioskin*», який складається з 8 технологічних етапів, включаючи окреме приготування масляних та водних концентратів, і дозволяє зберегти життєздатність лактобацил протягом 12 місяців зберігання.

Окремо варто відзначити розробку українських науковців з Національного фармацевтичного університету – емульгель «*Probioskin*». Це комплексний препарат, що містить ліофілізовані лактобацили, декспантенол та молочну кислоту. Дослідження підтвердили, що він відповідає вимогам Державної фармакопеї України щодо мікробіологічної чистоти, є відносно нешкідливим та виявляє помірні протизапальні властивості. Його ефективність була підтверджена на моделях запалення, де він продемонстрував здатність впливати як на лейкотрієновий, так і на простагландиновий шляхи запалення. Технологія виробництва включає 8 чітких стадій і може бути впроваджена у виробничих приміщеннях класу чистоти С.

Сучасний ринок рухається від використання цілісних бактеріальних клітин до більш цілеспрямованих та безпечних рішень:

Постбіотики. Використання очищених продуктів життєдіяльності пробіотиків або їхніх клітинних компонентів. Вони забезпечують доведену ефективність без ризиків, пов'язаних із використанням живих бактерій.

Генетично модифіковані пробіотики. Створення «бактерій-фабрик», які продукують конкретні терапевтичні молекули безпосередньо на шкірі.

Отже, використання пробіотиків у біофармацевтичному виробництві дерматологічних продуктів – це не просто тренд, а новий технологічний уклад, що вимагає глибокої експертизи в мікробіології, біопроектингу та хімії, і відкриває безпрецедентні можливості для лікування та догляду за шкірою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Jain R, Voss AL, Del Rosario J, Hale JDF. Efficacy of a topical live probiotic in improving skin health. *Int J Cosmet Sci.* 2025; 47: 488–496. <https://doi.org/10.1111/ics.13043>