



ІПКЄФ
НФДУ



Міністерство охорони здоров'я України
Національний фармацевтичний університет
Інститут підвищення кваліфікації спеціалістів фармації
Кафедра фармацевтичної технології, стандартизації та сертифікації ліків

Матеріали

*III Науково-практичної Internet-конференції
з міжнародною участю*

ФАРМАЦЕВТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ



Харків, 16 червня 2026

УДК 615.356.5:615.33:613.29

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ ПРОБІОТИКІВ ТА ЦИНКУ ДЛЯ КОРЕКЦІЇ МІКРОБІОМ-АСОЦІЙОВАНИХ ПОРУШЕНЬ

Верховодова Ю. В.

Інститут підвищення кваліфікації спеціалістів фармації Національного фармацевтичного університету, м. Харків, Україна

Juliaverh73@gmail.com

Вступ. Упродовж останніх років значно зросла увага науковців до ролі кишкової мікробіоти у підтриманні здоров'я людини. Кишкова мікробіота бере участь у процесах травлення, синтезі біологічно активних речовин, формуванні імунної відповіді та підтриманні цілісності кишкового бар'єра. Порухення кількісного та якісного складу мікробіоти асоціюються з розвитком гастроентерологічних, метаболічних, алергічних та імунозапальних захворювань.

Одним із найбільш поширених підходів до корекції мікробіом-асоційованих порушень є застосування пробіотиків. Пробіотичні мікроорганізми сприяють відновленню мікробного балансу, пригнічують ріст патогенних бактерій, покращують бар'єрну функцію кишечника та модулюють імунну відповідь. Проте ефективність пробіотичних препаратів і дієтичних добавок може залежати від низки факторів, зокрема від забезпеченості організму есенціальними мікронутрієнтами.

Особливий інтерес становить цинк – життєво необхідний мікроелемент, який бере участь у функціонуванні понад 300 ферментів, регуляції імунної системи, проліферації клітин та підтриманні структурної цілісності слизових оболонок. Дефіцит цинку може призводити до порушення бар'єрної функції кишечника, посилення запальних процесів та змін у складі кишкової мікробіоти.

Сучасні дослідження свідчать про потенційну синергічну взаємодію між пробіотиками та цинком. Поєднання цих компонентів може сприяти підвищенню ефективності корекції мікробіом-асоційованих порушень завдяки одночасному впливу на мікробний склад кишечника, стан епітеліального бар'єра та механізми місцевого імунного захисту.

Мета дослідження. Проаналізувати сучасні літературні дані щодо ролі цинку у підтриманні функціонального стану кишкової мікробіоти та обґрунтувати перспективність його включення до складу дієтичних добавок на основі пробіотиків для корекції мікробіом-асоційованих порушень.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження виконано шляхом аналізу та узагальнення сучасних наукових публікацій, представлених у міжнародних наукометричних базах даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar. Пошук літературних джерел здійснювали за ключовими словами: «zinc», «probiotics», «gut microbiota», «intestinal barrier», «dietary supplements», «microbiome». Для аналізу були відібрані оглядові статті, метааналізи, рандомізовані клінічні дослідження та експериментальні роботи, опубліковані переважно протягом останніх десяти років.

Результати та їх обговорення. Кишкова мікробіота є складною екосистемою, до складу якої входять трильйони мікроорганізмів. Вона забезпечує ферментацію неперетравлюваних харчових компонентів, синтез коротколанцюгових жирних кислот, вітамінів групи В та вітаміну К, а також відіграє важливу роль у розвитку та функціонуванні імунної системи.

Застосування пробіотиків розглядається як ефективний підхід до підтримання мікробіологічної рівноваги кишечника. Найбільш дослідженими пробіотичними культурами є представники родів *Lactobacillus*, *Lactocaseibacillus*, *Bifidobacterium* та *Saccharomyces*. Дані клінічних досліджень свідчать про їх позитивний вплив на перебіг антибіотикоасоційованої діареї, синдрому подразненого кишечника та інших функціональних порушень травного тракту.

Важливе значення у забезпеченні нормального функціонування кишечника належить цинку. Цей мікроелемент бере участь у процесах синтезу білків, регуляції експресії генів, антиоксидантному захисті та підтриманні міжклітинних контактів епітеліальних клітин. Встановлено, що дефіцит цинку супроводжується підвищенням проникності кишкової стінки, розвитком локального запалення та погіршенням бар'єрної функції слизової оболонки.

Результати експериментальних досліджень демонструють, що достатнє надходження цинку сприяє збереженню структури щільних міжклітинних контактів, зменшенню продукції прозапальних цитокінів та покращенню регенерації епітелію кишечника. Крім того, цинк здатний впливати на якісний склад кишкової мікробіоти, підтримуючи умови для росту коменсальних мікроорганізмів.

Особливий інтерес становить можливість комбінованого застосування пробіотиків та цинку. Передбачається, що пробіотичні культури забезпечують нормалізацію мікробного складу кишечника, тоді як цинк створює сприятливі умови для функціонування епітеліального бар'єра та реалізації імуномодуючих ефектів. Такий підхід може забезпечувати комплексний вплив на основні патогенетичні ланки мікробіом-асоційованих порушень.

На фармацевтичному ринку представлено низку комбінованих дієтичних добавок, що містять пробіотичні культури разом із вітамінами та мінеральними речовинами. Проте кількість продуктів, до складу яких одночасно входять науково обґрунтовані дози цинку та пробіотичні штами з доведеною ефективністю, залишається обмеженою. Це свідчить про перспективність подальших досліджень у напрямку створення нових комбінованих дієтичних добавок.

Під час розробки таких продуктів доцільно враховувати вибір пробіотичних штамів із підтвердженою клінічною ефективністю, форму сполук цинку, їх біодоступність, стабільність компонентів під час зберігання та можливі особливості взаємодії між складовими рецептури.

Важливим аспектом функціонування кишкової мікробіоти є підтримання цілісності кишкового бар'єра. Останній представлений шаром слизу, епітеліальними клітинами, міжклітинними контактами (tight junctions), імунними клітинами слизової оболонки та мікробіотою, яка колонізує поверхню

кишечника. Порушення будь-якої з цих ланок може призводити до підвищення проникності кишечника, транслокації бактеріальних компонентів та розвитку запальних реакцій.

Цинк є одним із ключових мікроелементів, що забезпечують підтримання структурної та функціональної цілісності кишкового бар'єра. Встановлено, що він бере участь у функціонуванні понад 300 ферментів і понад 1000 факторів транскрипції, регулюючи процеси проліферації, диференціювання та апоптозу клітин. Особливе значення для кишечника має здатність цинку впливати на міжклітинні контакти епітеліоцитів. Доведено, що достатня концентрація цинку сприяє стабілізації білків щільних контактів, зокрема оклюдину (occludin), клаудинів (claudins) та білка ZO-1, що забезпечують бар'єрну функцію кишкового епітелію. За умов дефіциту цинку спостерігається зниження експресії цих білків і підвищення проникності кишкової стінки, що створює передумови для розвитку запалення та порушень мікробного балансу.

Іншим важливим механізмом дії цинку є його вплив на регенерацію кишкового епітелію. Цинк стимулює проліферацію ентероцитів, прискорює загоєння пошкодженої слизової оболонки та сприяє відновленню бар'єрної функції кишечника після дії інфекційних агентів або запальних процесів. Крім того, цинк бере участь у регуляції антиоксидантного захисту шляхом активації ферментів супероксиддисмутази та металотіонеїнів, що забезпечує захист клітин від надмірного утворення активних форм кисню.

Важливу роль цинк відіграє і в регуляції місцевого імунітету кишечника. Встановлено, що він впливає на активність макрофагів, нейтрофілів, натуральних кілерів та Т-лімфоцитів. За достатнього забезпечення організму цинком зменшується продукція прозапальних цитокінів, таких як фактор некрозу пухлин α (TNF- α), інтерлейкін-1 β та інтерлейкін-6, що сприяє зниженню інтенсивності запальної відповіді. Одночасно посилюється синтез протизапальних медіаторів та підтримується фізіологічна імунна толерантність до представників нормальної мікробіоти.

Окремої уваги заслуговує взаємозв'язок між цинком та кишковою мікробіотою. Сучасні дослідження свідчать, що дефіцит цинку супроводжується змінами видового складу мікробіоти, зниженням різноманіття бактеріальних популяцій та порушенням продукції коротколанцюгових жирних кислот. Водночас адекватне надходження цинку сприяє підтриманню нормального функціонування коменсальних мікроорганізмів, зокрема представників родів *Lactobacillus* і *Bifidobacterium*. Деякі автори розглядають цинк не лише як есенціальний мікронутрієнт для організму людини, а й як фактор, що впливає на метаболічну активність окремих представників кишкової мікробіоти.

Науковий інтерес викликає також концепція синергізму між пробіотиками та цинком. Пробіотичні мікроорганізми сприяють відновленню нормального мікробного складу кишечника, пригнічують ріст умовно-патогенних бактерій, продукують органічні кислоти та біологічно активні метаболіти. У свою чергу цинк підтримує функціональний стан епітеліального бар'єра та оптимізує умови для колонізації кишечника корисними мікроорганізмами. Таким чином досягається комплексний вплив одночасно на декілька патогенетичних ланок

мікробіом-асоційованих порушень. Перспективним напрямом сучасних досліджень є створення так званих zinc-enriched probiotics – пробіотичних продуктів, збагачених сполуками цинку, здатних забезпечувати додаткові функціональні переваги.

Аналіз асортименту дієтичних добавок свідчить про наявність на міжнародному ринку низки комбінованих продуктів, що містять пробіотики та цинк. Зокрема, продукт Probiolac® + Zinc (AAVALABS) містить 20 штамів пробіотичних мікроорганізмів роду *Lactobacillus* та *Bifidobacterium*, пребіотик інουλін і додатково цинк. Добова доза забезпечує надходження 60 млрд КУО пробіотичних бактерій.

Іншим прикладом є Lactobact® 60 Plus (HLH BioPharma, Німеччина), до складу якого входять п'ять пробіотичних штамів (*Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *Lactobacillus casei*, *L. plantarum* та *L. rhamnosus*), інουλін і цинк у формі глюконату. Продукт позиціонується для підтримки здоров'я кишечника у людей старшого віку.

Серед інших прикладів можна відзначити Vitalized Probio Combi, що містить комплекси пробіотичних штамів *Lactobacillus* та *Bifidobacterium* у поєднанні із цинком і біотином, а також Imubiol (Be-Life), до складу якого входять молочнокислі бактерії, цинк та вітаміни групи В і вітамін С.

На українському ринку комбіновані продукти з пробіотиками та цинком представлені значно менше. Переважна більшість дієтичних добавок містить або лише пробіотичні культури, або окремі препарати цинку. Це створює перспективи для розробки нових вітчизняних комбінованих дієтичних добавок, що поєднуюватимуть клінічно вивчені пробіотичні штами з біодоступними формами цинку, такими як цитрат, піколінат або глюконат цинку.

З точки зору фармацевтичної розробки перспективними компонентами комбінованих продуктів можуть бути представники родів *Lactobacillus* та *Bifidobacterium* із доведеною безпечністю та ефективністю, а також органічні сполуки цинку, що характеризуються високою біодоступністю. При цьому важливими факторами є забезпечення стабільності пробіотичних культур протягом усього терміну придатності, оптимізація технології капсулювання та оцінка сумісності компонентів рецептури.

Отже, сукупність сучасних літературних даних свідчить, що поєднання пробіотиків і цинку є науково обґрунтованим підходом до створення дієтичних добавок для підтримки функціонального стану кишечника. Комплексний вплив на кишкову мікробіоту, бар'єрну функцію слизової оболонки та імунну систему дозволяє розглядати такі продукти як перспективний напрям подальших фармацевтичних досліджень і розробок.

Висновки

1. Порушення складу та функціональної активності кишкової мікробіоти є важливим фактором розвитку низки патологічних станів.
2. Пробіотики сприяють відновленню мікробного балансу кишечника та підтриманню його функціонального стану.

3. Цинк відіграє важливу роль у підтриманні цілісності кишкового бар'єра, регуляції імунної відповіді та забезпеченні нормального функціонування мікробіоти.

4. Комбіноване застосування пробіотиків і цинку має наукове обґрунтування та може забезпечувати синергічний вплив на основні механізми розвитку мікробіом-асоційованих порушень.

5. Перспективним напрямом є розробка нових дієтичних добавок на основі пробіотичних культур та біодоступних сполук цинку, що потребує подальших клінічних і фармацевтичних досліджень.

Список літературних джерел

1. Cheng J., Kolba N., Tako E. The effect of dietary zinc and zinc physiological status on the composition of the gut microbiome in vivo // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2024. Vol. 64, № 18. P. 6432–6451. DOI: 10.1080/10408398.2023.2169857.
2. Chai X., Chen X., Yan T. et al. Intestinal Barrier Impairment Induced by Gut Microbiome and Its Metabolites in School-Age Children with Zinc Deficiency // *Nutrients*. 2024. Vol. 16, № 9. Article 1289. DOI: 10.3390/nu16091289.
3. Chandrasekaran P., Weiskirchen S., Weiskirchen R. Effects of Probiotics on Gut Microbiota: An Overview // *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 11. Article 6022. DOI: 10.3390/ijms25116022.
4. Zheng Y., Zhang Z., Tang P. et al. Probiotics Fortify Intestinal Barrier Function: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials // *Frontiers in Immunology*. 2023. Vol. 14. Article 1143548. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1143548.
5. Matar A., Damianos J.A., Jencks K.J., Camilleri M. Intestinal Barrier Impairment, Preservation, and Repair: An Update // *Nutrients*. 2024. Vol. 16, № 20. Article 3494. DOI: 10.3390/nu16203494.
6. Di Vincenzo F., Del Gaudio A., Petito V. et al. Gut Microbiota, Intestinal Permeability, and Systemic Inflammation: A Narrative Review // *Internal and Emergency Medicine*. 2024. Vol. 19, № 2. P. 275–293. DOI: 10.1007/s11739-023-03374-w.
7. Tang X., Xiong K., Zeng Y., Fang R. The Mechanism of Zinc Oxide in Alleviating Diarrhea in Piglets after Weaning: A Review from the Perspective of Intestinal Barrier Function // *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 18. Article 10040. DOI: 10.3390/ijms251810040.
8. Peng Z., Liao Y., Yang W., Liu L. Metal(loid)-Gut Microbiota Interactions and Microbiota-Related Protective Strategies: A Review // *Environment International*. 2024. Vol. 192. Article 109017. DOI: 10.1016/j.envint.2024.109017.
9. Markowiak-Kopeć P., Śliżewska K. The Effect of Probiotics on the Production of Short-Chain Fatty Acids by Human Intestinal Microbiome // *Nutrients*. 2020. Vol. 12, № 4. Article 1107.
10. Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Gil-Campos M., Gil A. Mechanisms of Action of Probiotics. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10, Suppl. 1. P. S49–S66. DOI: 10.1093/advances/nmy063.