

АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ ТА НОВИХ ШТАМІВ ЛАКТОБАКТЕРІЙ: ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА КЛІНІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Казьміна К.В., Яловенко О.І.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, kseniia796@gmail.com

Abstract

The study analyzes traditional and novel strains of Lactobacillus, Lactocaseibacillus, Lactiplantibacillus, Limosilactobacillus from the perspective of their functional properties and clinical potential. The work focuses on the biochemical and probiotic profiles of various strains and their potential application in therapy and microbiota modulation.

Keywords: *Lactobacillus, probiotic strains, microbiome, comparative analysis, clinical application.*

Вступ. Лактобактерії є найпоширенішою групою бактерій, що входять до складу нормальної мікрофлори людини, зокрема кишкового, вагінального та шкірного біотопів [1]. Їхня здатність продукувати молочну кислоту та інші метаболіти забезпечує пригнічення росту патогенних мікроорганізмів, що обумовлює значний інтерес до них у медицині та біотехнології [2]. Завдяки продукції антимікробних сполук, таких як бактеріоцинів та органічних кислот, *Lactobacillus* spp. ефективно пригнічують патогени та водночас виявляють високу здатність до колонізації слизових оболонок, що пов'язано з їхніми молекулярними механізмами адгезії [3]. У зв'язку з розвитком генетичних методів, відкрито низку нових штамів лактобактерій, що демонструють підвищену ефективність у різних терапевтичних застосуваннях [4]. Слід зазначити, що сучасна класифікація роду цих мікроорганізмів стала більш точною завдяки використанню молекулярно-генетичних підходів, таких як секвенування 16S рРНК та повногеномне секвенування. Це дозволяє не лише виявляти нові штами, але й краще розуміти їхню роль у підтриманні гомеостазу організму.

Крім того, з огляду на зростаючу антибіотикорезистентність, інтерес до природних засобів регуляції мікробіоти постійно зростає, що стимулює дослідження саме пробіотичних властивостей лактобактерій. Останні дослідження демонструють, що деякі штами можуть впливати на системний імунітет, мати протизапальні, антивірусні та навіть потенційно протипухлинні властивості. Важливо також відзначити, що різні штами можуть мати різну активність залежно від біотопу, де вони функціонують, тому клінічна ефективність пробіотиків залежить не лише від виду, а й від конкретного штаму. Відтак, порівняння традиційних та нових штамів лактобактерій дозволяє виявити найбільш перспективні у клінічному застосуванні та визначити напрями їх подальшого вивчення.

Матеріали та методи. На основі опрацювання даних літератури та баз даних (NCBI, PubMed), проведено порівняльний аналіз різних характеристик лактобактерій. В роботі проаналізовано пробіотичну активність, стійкість до шлунково-кишкового тракту та імуномодулювальні властивості тощо цих мікроорганізмів [5]. Розглянуто класичні штами деяких пробіотичних видів

Lactobacillus acidophilus, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, у порівнянні з новими перспективними штамами, такими як *Lactiplantibacillus plantarum* 299v, *Limosilactobacillus reuteri* DSM 17938, *Lactobacillus crispatus* CTV-05 [6, 7].

Результати та обговорення. Традиційні види лактобактерій добре вивчені та широко застосовуються в пробіотичних добавках, ферментованих продуктах та медичних препаратах [8]. Зокрема, *Lactobacillus acidophilus* CNCMI-1225 ефективно колонізує тонкий кишечник, знижуючи ріст *Escherichia coli* та *Clostridium perfringens* [9]. *Lacticaseibacillus rhamnosus*, зокрема штам GG, використовується при лікуванні діареї, атопічного дерматиту та інших захворювань завдяки його здатності стимулювати продукцію IgA та зміцнювати бар'єрну функцію слизових оболонок [10]. Нові штами демонструють розширений спектр функціональних властивостей. *Lactiplantibacillus plantarum* 299v володіє високою адгезивністю до епітеліальних клітин і здатністю зменшувати симптоми синдрому подразненого кишечника [11]. *Limosilactobacillus reuteri* DSM 17938 проявляє протизапальні властивості, що використовуються при лікуванні неонатальних колік і гастроентеритів [12, 13]. Крім того, цей штам має здатність продукувати речовину реутерин, яка чинить антимікробну дію проти широкого спектра патогенів. *Lactobacillus crispatus* рекомендується для застосування у гінекології як вагінальний штам, а саме для лікування вагінозу та кандидозу, завдяки його високій здатності підтримувати кисле середовище вагіни, що перешкоджає розмноженню патогенів, та високій колонізаційній здатності [14]. Важливо також зазначити, що нові штами зазвичай мають кращу виживаність у жорстких умовах шлунково-кишкового тракту, а також демонструють здатність до біосинтезу вітамінів групи B і вироблення біологічно активних речовин, що позитивно впливають на метаболізм людини [15].

Деякі штами *Lactobacillus* можуть виступати як носії для доставки генетичного матеріалу або лікарських речовин, що відкриває нові напрями у пробіотичній терапії. Наприклад, генно-інженерні штами з експресією антигенів використовуються в експериментальних моделях вакцин [16]. Отже, розширені функціональні можливості нових штамів лактобактерій роблять їх привабливими кандидатами для застосування в клінічній практиці, що потребує подальших доклінічних та клінічних досліджень для підтвердження безпечності та ефективності.

Висновки. Порівняння властивостей традиційних та нових штамів лактобактерій виявляє значний клінічний потенціал, обумовлений більш широким спектром їх функціональних властивостей та високою стійкістю до конкурентних умов існування в шлунково-кишковому тракті. Їх застосування може підвищити ефективність пробіотичної терапії, профілактики інфекцій та імунomodulaції організму. Подальші дослідження у напрямку генетичного вдосконалення штамів відкривають нові горизонти в персоналізованій медицині.

Список використаної літератури:

1. Functional analysis of *Lactobacillus* species in the human microbiome. / S. Lebeer et al. *Trends in Microbiology*. 2008. Vol. 16, no. 12. P. 538–546. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.09.008>.
2. Impact of probiotics on colonizing microbiota. / M.E. Sanders *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2011. Vol. 45, Suppl. S. P. S115–S119. URL: <https://doi.org/10.1097/MCG.0b013e318227414a>.
3. Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. / A.L. Servin *FEMS Microbiology Reviews*. 2004. Vol. 28, no. 4. P. 405–440. URL: <https://doi.org/10.1016/j.femsre.2004.01.003>.
4. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. / J. Zheng et al. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2020. Vol. 70, no. 4. P. 2782–2858. URL: <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>.
5. Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. / C. Hill et al. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2014. Vol. 11, no. 8. P. 506–514. URL: <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>.
6. Effects of *Lactobacillus plantarum* 299v on irritable bowel syndrome symptoms and intestinal microbiota: A randomized placebo-controlled trial. / C.L. Karlsson et al. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2012. Vol. 47, no. 9. P. 1046–1054. URL: <https://doi.org/10.3109/00365521.2012.699112>.
7. Human-derived probiotic *Lactobacillus reuteri* strains differentially reduce intestinal inflammation. / J.K. Spinler et al. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014. Vol. 80, no. 2. P. 578–585. URL: <https://doi.org/10.1128/AEM.01841-13>.
8. Probiotics and immunity. / A.T. Borchers et al. *Immunology and Allergy Clinics of North America*. 2009. Vol. 29, no. 2. P. 247–268. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iac.2009.01.005>.
9. Antagonistic action of *Lactobacillus acidophilus* toward intestinal pathogens. / S.E. Gilliland et al. *Journal of Dairy Science*. 1977. Vol. 60, no. 4. P. 604–610. URL: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83893-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83893-3).
10. Therapeutic effects elicited by the probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG in children with atopic dermatitis: The results of the ProPAD trial. / L. Carucci et al. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2022. Vol. 33, no. 8. e13836. URL: <https://doi.org/10.1111/pai.13836>.
11. *Lactobacillus plantarum* in gastrointestinal diseases: mechanisms and therapeutic potential. / Q.R. Ducarmon et al. *Microbial Cell Factories*. 2019. Vol. 18, no. 1. Article 97. URL: <https://doi.org/10.1186/s12934-019-1144-8>.
12. *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 in infantile colic: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. / F. Savino et al. *Pediatrics*. 2010. Vol. 126, no. 3. P. e526–e533. URL: <https://doi.org/10.1542/peds.2010-0433>.
13. Survivability of probiotics in simulated gastric and intestinal juices. / Y. Huang et al. *Food Research International*. 2021. Vol. 141. Article 110142. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110142>.
14. *Lactobacillus crispatus* inhibits *Gardnerella vaginalis* and *Prevotella bivia* in a triple-species biofilm. / S. Borges et al. *Anaerobe*. 2014. Vol. 30. P. 132–135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2014.09.002>.
15. Engineering *Lactobacillus* for delivery of therapeutic and prophylactic molecules. / P.A. Bron et al. *Trends in Biotechnology*. 2012. Vol. 30, no. 10. P. 514–522. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.06.005>.
16. Connecting the dots: Translating the vaginal microbiome into a drug. / L.A. Lagenaur et al. *Journal of Infectious Diseases*. 2021. Vol. 224, Suppl. 3. P. S152–S158. URL: <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab455>.