CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Rama Kurie
Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
ORCID iD: 0009-0004-9710-8890
Zhanna Polova
Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine
ORCID iD: 0000-0002-1874-2841

SUBSTANTIATION OF THE PSYCHOBIOTIC ACTION OF SOME STRAINS OF MICROORGANISMS

Abstract. This paper provides a theoretical overview of the therapeutic potential of certain microorganism species. Psychobiotic microorganisms can modulate brain pathways and the production of serotonin (a mood regulator). Various strains of lactic acid bacteria play a significant role in the body's serotonin synthesis and are directly involved in bidirectional communication along the gut-brain axis. Serotonin functions as a key neurotransmitter at both ends of this system (the gut and the brain). Scientific evidence highlights the crucial role of the gut microbiome in regulating this system. The underlying mechanism may involve the gut microbiota's ability to produce tryptophan, thereby facilitating serotonin synthesis in the host. Regular consumption of psychobiotic microorganisms plays a direct role in maintaining the host's immune balance.
Keywords: psychobiotic action, serotonin, stress, lactic acid bacteria strains, microorganisms.

Рама Куріє
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна
ORCID iD: 0009-0004-9710-8890
Жанна Полова
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна
ORCID iD: 0000-0002-1874-2841

ОБҐРУНТУВАННЯ ПСИХОБІОТИЧНОЇ ДІЇ ДЕЯКИХ ШТАМІВ МІКРООРГАНІЗМІВ

Анотація. В роботі теоретично розглянуто терапевтичний потенціал деяких видів мікроорганізмів. Психобіотичні мікроорганізми можуть регулювати шляхи мозку та вироблення серотоніну (регулятора настрою). Різні штами молочнокислих бактерій відіграють важливу роль у синтезі серотоніну в організмі та мають прямий зв'язок у комунікації бідерекційної системи вісі мозок-кишечник. Серотонін функціонує як ключовий нейромедіатор в обох кінцях цієї системи (кишечник і мозок). Наукові дані вказують на важливу роль кишкового мікробіома в регуляції цієї системи. Механізм може бути пов'язаний зі здатністю кишкової мікробіоти виробляти триптофан, допомагаючи в синтезі серотоніну в організмі господаря. Регулярне вживання психобіотичних мікроорганізмів відіграє безпосередню роль у імунному балансі господаря.
Ключові слова: психобіотична дія, серотонін, стрес, штами молочнокислих бактерій, мікроорганізми.

Психобіотики – це штами пробіотичних мікроорганізмів, які мають потенційне застосування в лікуванні психічного та фізичного здоров'я господаря. Психобіотичні мікроорганізми можуть регулювати шляхи мозку та вироблення серотоніну (регулятора настрою) [1].

Серотонін (5 -гідрокситриптамін) переважно міститься у трьох основних типах клітин: 1) серотонінергічних нейронах у центральній нервовій системі та в кишково-мієтичному сплетенні, 2) ентерохромафінних клітинах у слизовій оболонці шлунково-кишкового тракту та 3) у тромбоцитах крові. Серотонінергічні нейрони та ентерохромафінні клітини можуть синтезувати серотонін з його попередника амінокислоти L-триптофану, тоді як тромбоцити залежать від поглинання серотоніну для своїх запасів. Аналогічно, серотонінергічні нейрони також мають здатність до поглинання амінів через транспортери серотоніну. Серотонін також синтезується в шишкоподібній залозі як попередник для подальшого ферментативного утворення гормону шишкоподібної залози мелатоніну (N-ацетил-5-метокситриптаміну). Біохімічний шлях синтезу серотоніну спочатку включає перетворення L-триптофану на 5-гідрокситриптофан ферментом L-триптофангідроксилази (ТФГ), який був виявлений як у цитозольній, так і в частинковій фракції клітин мозку. Цей фермент забезпечує етап, що лімітує швидкість синтезу серотоніну, так само, як синтез норадреналіну та дофаміну в адренергічних та дофамінергічних нейронах контролюється здатністю спорідненого ферменту, L-тирозингідроксилази, перетворювати L-тирозин на L-дигідроксифенілаланін (L-ДОФА). Деякі інгібітори ТФГ (наприклад, α-пропілдопацетамід) також активні проти тирозингідроксилази, тоді як інші, такі як п-хлорфенілаланін, є більш селективними для ТФГ. Хоча п-хлорамфетамін та фенфлурамін також можуть пригнічувати ТФГ, вони мають важливу дію (включаючи нейротоксичну дію) на різні інші регуляторні процеси серотонінергічної нейрональної функції. Ідентифікація двох ізоформ ферменту, що називаються TPH1 та TPH2, які, очевидно, вибірково пов'язані з периферичними тканинами та мозком відповідно, свідчить про можливість того, що в майбутньому можуть бути знайдені інгібітори ліків зі специфічністю до впливу на окремі ізоформи. Наступний метаболічний етап синтезу серотоніну (а також норадреналіну або дофаміну) включає декарбоксилювання 5-гідрокситриптофану (та L-ДОФА) під дією цитозольного ферменту L-ароматичної амінокислот декарбоксилази. Метаболізм серотоніну здійснюється переважно ферментом моноаміноксидазою (МАО) зовнішньої мітохондріальної мембрани, який зустрічається у вигляді двох молекулярних підтипів, що називаються МАО-А та МАО-В. Обидва підтипи широко поширені в мозку та периферичних тканинах. Регулярне вживання психобіотичних мікроорганізмів відіграє безпосередню роль у імунному балансі господаря [2].

Стрес, навіть на низькому рівні, викликає надмірне вивільнення кортикостерону та адренокортикотропних гормонів і порушує функції надниркової залози. Крім того, прозапальні цитокіни знижують рівень серотоніну, що призводить до психологічних розладів, таких як тривога/депресія та, як наслідок, зниження імунітету господаря [3].

Різні штами молочнокислих бактерій відіграють важливу роль у синтезі серотоніну в організмі [4] та мають прямий зв'язок у комунікації бідерекційної

системи осі мозок-кишечник. Серотонін функціонує як ключовий нейромедіатор в обох кінцях цієї системи (кишечник і мозок). Наукові дані вказують на важливу роль кишкового мікробіома в регуляції цієї системи. Механізм може бути пов'язаний зі здатністю кишкової мікробіоти виробляти триптофан, допомагаючи в синтезі серотоніну в організмі господаря. Тому регулярне споживання пробіотичних штамів важливе для балансу організму, зокрема для підтримки здоров'я імунної системи [5].

Споживані речовини (пребіотики, біоактивні речовини, вітаміни та амінокислоти) можуть ферментуватися психобіотичними мікроорганізмами, присутніми в кишковому мікробіомі, покращуючи функціонування організму хазяїна [6]. Пребіотики – це "інгредієнти, які не метаболізуються хазяїном і ферментуються кишковою мікробіотою, що мають специфічну активність у підтримці здорової кишкової мікробіоти, що забезпечує благополуччя та здоров'я хазяїна". Ці речовини перетворюються в кишечнику на інші активні молекули, включаючи триптофан та серотонін, і ці метаболіти впливають на імунну систему та/або центральну нервову систему хазяїна.

Вченими вивчені штами із доведеною психобіотичною дією: Bifidobacterium longum (наприклад, штам 1714): допомагає знижувати рівень тривожності, покращує якість сну та пам'ять в умовах стресу; Lactobacillus helveticus: у комбінації з біфідобактеріями ефективно зменшує прояви негативних емоцій та депресивних станів; Lactobacillus rhamnosus (наприклад, JB-1): модулює роботу рецепторів ГАМК, знижуючи занепокоєння та прояви обсесивно-компульсивних тенденцій; Lactobacillus plantarum (наприклад, 299v): зменшує прояви синдрому подразненого кишківника (СРК), що безпосередньо покращує загальний психоемоційний фон.

Належне психічне здоров’я являє собою стан психічного та психологічного добробуту. За допомогою дедалі більшої кількості доказів продемонстровано, що психобіотики мають психо-тропний вплив за депресії, тривоги та стресу. Кілька штамів пробіотиків були зареєстровані як психобіотики з досліджень на тваринах. Уведення Lactobacillus plantarum PS128 (PS128) знижувало тривожність і депресію в мишей. PS128 значно зменшував запалення та рівень кортикостерону. Введення одного штаму Lactobacillus helveticus NS8 зменшувало тривожність, депресію та когнітивні дисфункції. Крім того, L. helveticus NS8 підвищував рівень серотоніну, норадреналіну (NE) та BDNF у гіпокампі. Використання одного штаму B. longum 1714 зменшило стресову, депресивну та тривожну поведінку. Введення Lactobacillus rhamnosus (JB-1) теж може зменшити тривогу та депресію. Введення одного штаму Bifidobacterium longum NCC3001 виявилося ефективним для лікування тривоги [7].

REFERENCES / СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Chang, J. P., & Su, K. P. (2020). Nutritional neuroscience as mainstream of psychiatry: The evidence-based treatment guidelines for using omega-3 fatty acids as a new treatment for psychiatric disorders in children and adolescents. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, *18*(4), 469–483.

2. Cheng, L. H., Liu, Y. W., Wu, CC., Wang, S., & Tsai, Y. C. (2019). Psychobiotics in mental health, neurodegenerative and neurodevelopmental disorders. *Journal of Food and Drug Analysis*, *27*(3), 632–648.

3. Lachmansingh, D. A., Lavelle, A., Cryan, J. F., & Clarke, G. (2024). Microbiota-gut-brain axis and antidepressant treatment. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, *66*, 175–216.

4. Martinowich, K., & Lu, B. (2008). Interaction between BDNF and serotonin: Role in mood disorders. *Neuropsychopharmacology*, *33*(1), 73–83.

5. Mousavi, S. N., Saboori, S., & Asbaghi, O. (2020). Effect of daily probiotic yogurt consumption on inflammation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Obesity Medicine*, *18*, Стаття 100221.

6. O'Mahony, S. M., Clarke, G., Borre, Y. E., Dinan, T. T., & Cryan, J. F. (2015). Serotonin, tryptophan metabolism and the brain-gut-microbiome axis. *Behavioural Brain Research*, *277*, 32–48.

7. Wang, Y., Jiang, Y., Deng, Y., Yi, C., Wang, Y., Ding, M., Liu, J., & Wong, A. (2020). Probiotic supplements: Hope or hype? *Frontiers in Microbiology*, *11*, 160.