



УДК 639.512:579.61

**THE ROLE OF PROBIOTICS IN INCREASING THE PRODUCTIVITY OF
AQUACULTURE****РОЛЬ ПРОБІОТИКІВ У ПІДВИЩЕННІ ПРОДУКТИВНОСТІ АКВАКУЛЬТУРИ**

Chaika R.I. / Чайка Р.І.

Chernenko A.S./Черненко А.С.

*Mykolayiv State Agrarian University, Mykolayiv, Georgiy Gongadze, 9, 54008**Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, Георгія Гонгадзе, 9, 54008*

Анотація. Розглядається використання пробіотиків при вирощуванні об'єктів аквакультури для зниження їх смертності та підвищення ефективності господарств. Показано існуючі варіанти введення пробіотиків в організм. Враховуються результати впливу пробіотиків на організм господаря, пригнічення патогенної мікрофлори та покращення якості водного середовища. Показано перспективність використання пробіотиків як альтернативи протимікробним препаратам та хімічним засобам захисту аквакультури.

Ключові слова: пробіотики, аквакультура, мікробіота, водне середовище, імунітет, патоген.

Вступ.

Аквакультура як галузь забезпечує значну частину світового виробництва морських продуктів та знаходиться у постійному пошуку інноваційних рішень для вдосконалення умов вирощування та забезпечення високої продуктивності.

Розуміння складних мікробних взаємозв'язків в екосистемах аквакультури стає особливо актуальним у світлі їх прямого впливу на здоров'я, імунну функцію та стійкість водних видів до хвороб. Мікробний баланс у цих системах може або сприяти гармонійному середовищу для оптимального росту, або, якщо його порушити, викликати розповсюдження патогенних мікроорганізмів, що потенційно може призвести до небажаних наслідків для здоров'я культивованих видів.

Останнім часом використання антибіотиків в аквакультурі піддається значній критиці, оскільки їх широке застосування в цій галузі призвело до появи штамів бактерій, стійких до цих ліків, що робить традиційне лікування антибіотиками менш ефективним і створює значну загрозу для загальної ефективності стратегій боротьби з хворобами у водному середовищі [3]. Крім того, наявність залишків антибіотиків в організмах-хазяїнах викликає занепокоєння щодо навколишнього середовища та здоров'я населення, оскільки вони можуть потрапити в харчовий ланцюг, впливаючи як на водні екосистеми, так і на споживачів.

Мета статті - окреслити важливість та перспективи пробіотиків в аквакультурі. Розглядаючи складні мікробні взаємодії в екосистемах аквакультури та їх вплив на здоров'я і стійкість до хвороб водних видів, підкреслюється важливість збалансованого мікробного середовища для оптимального росту і здоров'я видів аквакультури. Особлива увага приділяється питанням, пов'язаним з використанням антибіотиків в аквакультурі та їх впливом на здоров'я і ефективність аквакультурних господарств. Висвітлюючи



альтернативні стратегії, включаючи використання пробіотиків, стаття має на меті підвищити обізнаність про необхідність зміни підходів до захисту водних екосистем, що є важливим кроком на шляху до підвищення якості продукції та збереження навколишнього середовища.

Основний текст.

У світлі сучасних викликів у галузі аквакультури, використання пробіотиків стає стратегічним рішенням для досягнення високої продуктивності та сталості. Їхні багатобічні переваги, починаючи від покращення імунітету та закінчуючи збереженням екосистем, роблять їх невід'ємною частиною сучасної аквакультурної практики.

Пробіотики – це культивовані продукти або живі мікробні кормові добавки, які благотворно впливають на організм господаря, покращуючи кишковий (мікробний) баланс [5].

Спосіб та форма цільової доставки пробіотичних препаратів в аквакультурі визначається не лише видом та віком особин, яким призначається добавка, а й умовами утримання аквакультурних об'єктів: акваріуми, відкриті водойми, рециркуляційні установки, тощо [18]. Пробіотики можна класифікувати на кілька типів залежно від їх застосування (рисунок 1):

1) Вводяться перорально в поєднанні з кормом. Зазвичай додають у корм у вигляді ліофілізованих культур, які іноді змішують з ліпідами.

2) Вводяться як добавки до води, можуть рости у водному середовищі. Як правило, пробіотики та компоненти клітинної стінки (парабіотики) додають у воду акваріума або ставка, що призводить до голодування будь-яких присутніх патогенних бактерій. Однак, цей метод не може гарантувати, що потенційні види поглинуть і використають пробіотики [11].

3) Вводяться через мікрокапсулювання артемій чи мікроводоростей. Використання лактобактерій в технології інкапсуляції *Artemia* spp. призводить до пригнічення розвитку у кормових організмів потенційно небезпечної для личинок риб мікрофлори [19].

4) Вводяться у вигляді живих клітин. Метод введення безпосередньо та позитивно впливає на якість води, фізичні параметри та здоров'я, але вимагає постійної перевірки життєздатності пробіотиків, щоб переконатися, що вони працюють.

5) Вводяться ін'єкційно. Пробіотики можна вводити безпосередньо в тіло у вигляді ін'єкції, яка гарантує, що пробіотики потрапили в організм. Недоліками цього методу є час і витрати, необхідні для введення кожної окремої особини [14].

Пробіотики продемонстрували свою ефективність у покращенні різних аспектів аквакультури, сприяючи збільшенню темпів росту, оптимізації використання корму, посиленню імунологічної стійкості, зміцненню стійкості до хвороб (таблиця 1). Їх позитивний вплив поширюється на підтримку гармонійного внутрішнього мікробного балансу в організмах господаря [12].

Використання пробіотиків в аквакультурі підкріплюється їхньою здатністю модулювати експресію генів організму господаря, тим самим впливаючи на важливі фізіологічні процеси. Дослідження показали, що



введення пробіотиків може призвести до значних змін у транскриптомних профілях водних організмів, що вказує на позитивний регуляторний вплив на експресію генів, пов'язану з ростом, метаболізмом та імунними відповідями [13].

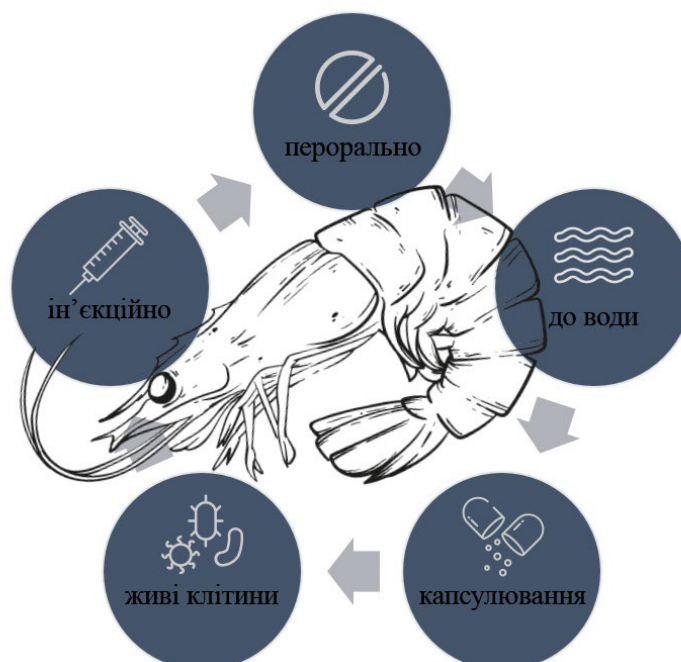


Рисунок 1 - Способи введення пробіотиків

Авторська розробка

Таблиця 1 - Пробиотики та їх позитивний вплив на водні організми

Пробиотичний штам	Водний організм	Вплив
<i>Bacillus coagulans</i> + <i>Lactococcus lactis</i>	Рак флоридський червоний (<i>Procambarus clarkii</i>)	- активність імунозалежних ферментів у кишечнику; - експресія мРНК двох генів AMP у кишечнику; - цілісність кишечника, товщий шар слизової оболонки; - щільність гранул в епітеліальних клітинах; - резистентність до патогена <i>A. hydrophila</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Папуанський прісноводний лангуст (<i>Cherax cainii</i>)	- експресія генів цитокінів, пов'язана з імунітетом і станом здоров'я; - різноманітність мікробіоти кишечника; - підвищення виживання, росту і збільшення ваги
<i>Bacillus cereus</i>	Чорна тигрова креветка (<i>Penaeus monodon</i>)	- підвищення рівня росту та виживання; - стимуляція дихання; - посилення активності лізоциму
<i>Shewanella xiamenensis</i> A-1, <i>S. xiamenensis</i> A-2, <i>Aeromonas veronii</i> A-7	Білий амур (<i>Stenopharyngodon idella</i>)	- посилення фагоцитарної та лізоцимної активності, комплексу С3, експресії імунозалежних генів (IL-8, IL-1β, лізоциму-С та TNF-α)



Окрім впливу на експресію генів, пробіотики відіграють вирішальну роль у зміцненні імунологічного статусу водних організмів. Хвороби, які зустрічаються в культурах креветок, спричиняються *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus* і *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Tenacibaculum* і *Shewanella* spp. *Vibrio parahaemolyticus* викликає гострий гепатопанкреатичний некроз (AHPND) у креветок Ваннамей, що може спричинити 40-100% смертність у культурі [10]. Дослідження показують, що забезпечення пробіотичними бактеріями *Lactobacillus* і *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, та *Bacillus coagulans* збільшує виробництво лізосом у креветок. Лізосоми гідролізують і розривають глікозидні зв'язки в клітинних стінках бактерій, що ускладнює зараження креветок патогенними бактеріями. Крім того, лізосоми збільшують кількість аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази в клітинах, що є показником природного імунітету креветок [2].

Відомо, що адгезія бактерій до слизу та поверхні стінок кишечника та інших тканин відіграє значну роль у початковій стадії патогенної інфекції. Таким чином, можливість конкуренції з патогенами стає одним з важливих критеріїв ефективності пробіотиків. Дослідження демонструють, що механізм бактеріальної адгезії до тканин може бути специфічним (молекули адгезії прикріплюються на поверхні бактерій або специфічних молекул рецепторів на епітеліальних клітинах кишечника) або неспецифічними. Існують кілька видів бактерій, виділених з кишечника риб, які можуть використовуватись як пробіотики, так як вони можуть існувати і рости на кишковому слизі, де зазвичай ростуть патогенні бактерії [17].

Крім імунологічних переваг, пробіотики сприяють сталому розвитку аквакультури, покращуючи ефективність використання корму. Доведено, що як харчові добавки, так і пероральне введення пробіотиків прискорюють ріст цільових видів, забезпечуючи необхідні поживні речовини (вітаміни, жирні кислоти та амінокислоти), та покращуючи використання та засвоюваність корму за рахунок збільшення травних ферментів (амілази, протеази та ліпази), які можуть сприяти процесу травлення та використанню корму [4]. Використання штамів *Bacillus* у якості пробіотиків в аквакультурі креветок має підтверджену ефективність. *Bacillus* загалом сприяє засвоєнню поживних речовин, використовуючи різноманітні поживні речовини для власного росту та одночасно вивільняючи необхідні травні ферменти для хазяїна, що призводить до вищого росту та виживання [15].

Кишковий мікробіом всіх водних організмів загалом є динамічною та складною біологічною системою, яка відіграє ключову роль у фізіологічних функціях. Сприяючи росту корисних мікроорганізмів, пробіотики стимулюють запобігання надмірному зростанню потенційно шкідливих бактерій, зменшуючи ризик патогенних інфекцій. Цей мікробний баланс є ключовим для загального здоров'я та стійкості водних організмів, сприяючи профілактиці захворювань і підвищуючи ефективність використання поживних речовин. Крім того, мікробіота водних організмів тісно пов'язана з факторами навколишнього середовища, серед яких вода є одним з найважливіших [1].

Пробіотики діють через різні механізми в системі аквакультури для



усунення органічних відходів і забруднюючих речовин в результаті «біоремедіації» та «біоконтролю». У цьому контексті пробіотики можуть відігравати ефективну роль у виробництві, забезпечуючи очищення води від фекалій, відходів, мертвих організмів та нез'їдених гранул (таблиця 2) [7, 8].

Таблиця 2 - Роль пробіотиків у підтримці якості води

Пробіотичний штам	Вплив
<i>Bacillus spp.</i>	Зменшує кількість аміаку і нітритів, сприяє росту корисних водоростей
<i>Enterococcus faecium ZJ4</i>	Покращує якість води і підвищує імунітет
<i>Nitrosomona spp.</i> , <i>Nitrobacter spp</i>	Знижує концентрацію аміаку, фосфатів і нітритів у резервуарі
<i>Rhodopseudomonas palustris</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Зменшує навантаження нітратами, підтримує рН води та підвищує концентрацію розчиненого кисню
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Зменшує кількість патогенів у резервуарі
<i>Pseudomona spp.</i>	Підвищує швидкість транскрипції антимікробного пептиду

Окрім цього, пробіотики є більш ефективними у перетворенні органічних речовин до CO₂, який потім може бути використаний виробниками кисню для полегшення фотосинтезу [6]. Отже, доцільно підтримувати їх високі рівні у продуктивних ставках, щоб зменшити навантаження органічного вуглецю, покращити якість води та здоров'я риб.

Висновки.

Наявність різних поглядів на використання пробіотиків стає важливим аргументом для подальших глибоких досліджень: наукова література постійно збагачується новими даними щодо механізмів впливу та результатів функціонування цих мікроорганізмів. Можливість створення цілісного уявлення про їх дію відкриває широкі перспективи для практичного застосування у галузі аквакультури: усвідомленого вибору найбільш ефективного комплексу пробіотиків та методу їх введення в організм певного виду водних організмів за конкретних умов утримання [16].

Література:

1. Alvanou, M. V., Feidantsis, K., Staikou, A., Apostolidis, A. P., Michaelidis, B., & Giantsis, I. A. (2023). Probiotics, prebiotics, and synbiotics utilization in crayfish aquaculture and factors affecting gut microbiota. *Microorganisms*, 11(5), 12-32. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051232>
2. Amiin, M. K., Lahay, A. F., Putriani, R. B., Reza, M., Putri, S. M. E., Sumon, M. A. A., Jamal, M. T., & Santanumurti, M. B. (2023). The role of probiotics



in vannamei shrimp aquaculture performance – A review. *Veterinary World*, 638-649. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.638-649>

3. Butt, U. D., Lin, N., Akhter, N., Siddiqui, T., Li, S., & Wu, B. (2021). Overview of the latest developments in the role of probiotics, prebiotics and synbiotics in shrimp aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 114, 263-281. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.05.003>

4. Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., & Van Doan, H. (2018). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907-924. <https://doi.org/10.1111/raq.12272>

5. Hai, N. V. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917-935. <https://doi.org/10.1111/jam.12886>

6. Hainfellner, Patrick, et al. Commercial probiotic increases survival rate and water quality in aquariums with high density of Nile Tilapia Larvae (*Oreochromis Niloticus*). *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 2018, 13 (4), p 139.

7. Hasan, K. N., & Banerjee, G. (2020). Recent studies on probiotics as beneficial mediator in aquaculture: a review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81(1). <https://doi.org/10.1186/s41936-020-00190-y>

8. Pratiwi, N. T. M., Widigdo, B., & Syifa, D. A. (2020). Water quality and organic content from intensive system of vaname production at coastal area of Sumur, Pandeglang, Banten. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 420, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/420/1/012022>

9. Pukalo, P. Y. (2023). Probiotics: an innovative approach to enhancing aquaculture productivity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(99), 78-83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9913>

10. Santos, H. M., Tsai, C.-Y., Maquiling, K. R. A., Tayo, L. L., Mariatulqabtiah, A. R., Lee, C.-W., & Chuang, K. P. (2019). Diagnosis and potential treatments for acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND): a review. *Aquaculture International*, 28(1), 169-185. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00451-w>

11. TalukderShefat, S. H. (2018). Probiotic Strains Used in Aquaculture. *International Research Journal of Microbiology*, 07(02). <https://doi.org/10.14303/irjm.2018.023>

12. Sumon, M. A. A., Sumon, T. A., Hussain, M. A., Lee, S.-J., Jang, W. J., Sharifuzzaman, S. M., Brown, C. L., Lee, E.-W., & Hasan, M. T. (2022). Single and Multi-Strain Probiotics Supplementation in Commercially Prominent Finfish Aquaculture: Review of the Current Knowledge. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. <https://doi.org/10.4014/jmb.2202.02032>

13. Wang, R., Qian, J., Ji, D., Liu, X., & Dong, R. (2023). Transcriptome Analysis Reveals Effect of Dietary Probiotics on Immune Response Mechanism in Southern Catfish (*Silurus meridionalis*) in Response to *Plesiomonas shigelloides*. *Animals*, 13(3), 449. <https://doi.org/10.3390/ani13030449>

14. Wang, Y.-C., Hu, S.-Y., Chiu, C.-S., & Liu, C.-H. (2019). Multiple-strain probiotics appear to be more effective in improving the growth performance and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, than single probiotic strains. *Fish & Shellfish Immunology*, 84, 1050-1058.



<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.11.017>

15. Won, S., Hamidoghli, A., Choi, W., Bae, J., Jang, W. J., Lee, S., & Bai, S. C. (2020). Evaluation of Potential Probiotics *Bacillus subtilis* WB60, *Pediococcus pentosaceus*, and *Lactococcus lactis* on Growth Performance, Immune Response, Gut Histology and Immune-Related Genes in Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Microorganisms*, 8 (2), 281.

<https://doi.org/10.3390/microorganisms8020281>

16. Залоїло, І. А., Залоїло, О. В., Рудь, Ю. П., Грициняк, І. І., & Залоїло, Є. І. (2021). Использование пробиотиков в аквакультуре (обзор). *Рибогосподарська наука України*, (2), 59-81.

17. Марценюк, В. П. (2015). Використання пробіотиків у аквакультурі Китаю. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*, (6), 116-121.

18. Худа, Л., & Голіней, Н. (2023). Вживаність пробіотичних лактобактерій в складі гранульованого корму протягом його тривалого зберігання. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 15 (2), 217-219.

19. Худий, О., Лазаренко, Л., Каручеру, О., Бабенко, Л., Худа, Л., Джуравець, Ю., & Співак, М. (2021). Мікробіологічний спектр науплій артемії за дії пробіотичних штамів молочнокислих бактерій роду *Lactobacillus*. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 13(2), 134-139.

References.

1. Alvanou, M. V., Feidantsis, K., Staikou, A., Apostolidis, A. P., Michaelidis, B., & Giantsis, I. A. (2023). Probiotics, prebiotics, and synbiotics utilization in crayfish aquaculture and factors affecting gut microbiota. *Microorganisms*, 11(5), 12-32. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11051232>

2. Amiin, M. K., Lahay, A. F., Putriani, R. B., Reza, M., Putri, S. M. E., Sumon, M. A. A., Jamal, M. T., & Santanumurti, M. B. (2023). The role of probiotics in vannamei shrimp aquaculture performance – A review. *Veterinary World*, 638-649. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.638-649>

3. Butt, U. D., Lin, N., Akhter, N., Siddiqui, T., Li, S., & Wu, B. (2021). Overview of the latest developments in the role of probiotics, prebiotics and synbiotics in shrimp aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 114, 263-281. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.05.003>

4. Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., & Van Doan, H. (2018). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907-924. <https://doi.org/10.1111/raq.12272>

5. Hai, N. V. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917-935. <https://doi.org/10.1111/jam.12886>

6. Hainfellner, Patrick, et al. Commercial probiotic increases survival rate and water quality in aquariums with high density of Nile Tilapia Larvae (*Oreochromis Niloticus*). *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 2018, 13 (4), p 139.

7. Hasan, K. N., & Banerjee, G. (2020). Recent studies on probiotics as beneficial mediator in aquaculture: a review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81(1). <https://doi.org/10.1186/s41936-020-00190-y>

8. Pratiwi, N. T. M., Widigdo, B., & Syifa, D. A. (2020). Water quality and organic content from intensive system of vaname production at coastal area of Sumur, Pandeglang, Banten. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 420, 012022. <https://doi.org/10.1088/1755->



1315/420/1/012022

9. Pukalo, P. Y. (2023). Probiotics: an innovative approach to enhancing aquaculture productivity. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25(99), 78-83. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9913>

10. Santos, H. M., Tsai, C.-Y., Maquiling, K. R. A., Tayo, L. L., Mariatulqabtiah, A. R., Lee, C.-W., & Chuang, K. P. (2019). Diagnosis and potential treatments for acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND): a review. *Aquaculture International*, 28(1), 169-185. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00451-w>

11. TalukderShefat, S. H. (2018). Probiotic Strains Used in Aquaculture. *International Research Journal of Microbiology*, 07(02). <https://doi.org/10.14303/irjm.2018.023>

12. Sumon, M. A. A., Sumon, T. A., Hussain, M. A., Lee, S.-J., Jang, W. J., Sharifuzzaman, S. M., Brown, C. L., Lee, E.-W., & Hasan, M. T. (2022). Single and Multi-Strain Probiotics Supplementation in Commercially Prominent Finfish Aquaculture: Review of the Current Knowledge. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. <https://doi.org/10.4014/jmb.2202.02032>

13. Wang, R., Qian, J., Ji, D., Liu, X., & Dong, R. (2023). Transcriptome Analysis Reveals Effect of Dietary Probiotics on Immune Response Mechanism in Southern Catfish (*Silurus meridionalis*) in Response to *Plesiomonas shigelloides*. *Animals*, 13(3), 449. <https://doi.org/10.3390/ani13030449>

14. Wang, Y.-C., Hu, S.-Y., Chiu, C.-S., & Liu, C.-H. (2019). Multiple-strain probiotics appear to be more effective in improving the growth performance and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, than single probiotic strains. *Fish & Shellfish Immunology*, 84, 1050-1058. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.11.017>

15. Won, S., Hamidoghli, A., Choi, W., Bae, J., Jang, W. J., Lee, S., & Bai, S. C. (2020). Evaluation of Potential Probiotics *Bacillus subtilis* WB60, *Pediococcus pentosaceus*, and *Lactococcus lactis* on Growth Performance, Immune Response, Gut Histology and Immune-Related Genes in Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Microorganisms*, 8 (2), 281. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020281>

16. Zaloilo, I. A., Zaloilo, O. V., Rud, Y. P., Hrytsyniak, I. I., & Zaloilo, E. I. (2021). Use of probiotics in aquaculture (review). *Fisheries Science of Ukraine*, (2), 59-81.

17. Martsenyuk, V. P. (2015). The use of probiotics in aquaculture in China. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Livestock*, (6), 116-121.

18. Khuda, L., & Goliney, N. (2023). Survival of probiotic lactobacilli in the composition of granulated feed during its long-term storage. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Biology (Biological systems)*, 15 (2), 217-219.

19. Khudiy, O., Lazarenko, L., Karucheru, O., Babenko, L., Khuda, L., Zhuravets, Yu., & Spivak, M. (2021). Microbiological spectrum of *Artemia* nauplii under the action of probiotic strains of *Lactobacillus* lactic acid bacteria. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Biology (Biological systems)*, 13(2), 134-139.

Abstract. *The use of probiotics in the cultivation of aquaculture objects to reduce their mortality and increase the efficiency of farms is considered. The existing options for introducing probiotics into the body are shown. The effects of probiotics on the host's body, inhibition of pathogenic microflora and improvement of the quality of the water environment are taken into account. The perspective of using probiotics as an alternative to antimicrobial drugs and chemical means of protection for aquaculture is shown.*

Key words: *probiotics, aquaculture, microbiota, aquatic environment, immunity, pathogen.*

Науковий керівник: к. техн. наук, доц. Юлевич О.І.

Стаття відправлена: 01.04.2024

© Чайка Р.І., Черненко А.С.