

УДК 632.937:632.4(4)

## ТАЕГРО (*BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS* FZB24) У ЄВРОПЕЙСЬКИХ СИСТЕМАХ ЗАХИСТУ РОСЛИН: ОГЛЯД ДАНИХ ЛІТЕРАТУРИ ТА ПРАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ

**О. Овчіннікова, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-4557-0088

**В. Альохін, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0009-0008-5657-2303

**М. Стюрко, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0009-0001-1159-636X

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2025.29.172>

### **Овчіннікова О., Альохін В., Стюрко М. Таегро (*Bacillus amyloliquefaciens* fzb24) у європейських системах захисту рослин: огляд даних літератури та практики застосування**

Сучасне сільське господарство стикається з викликами щодо ефективного захисту рослин від захворювань, спричинених грибними та грибоподібними патогенами, з одночасним зниженням використання хімічних пестицидів. Досліджено, що біофунгіцид Таегро є екологічною альтернативою, яка поєднує високу ефективність із безпечністю для навколишнього середовища. Препарат реалізує свій захисний ефект через три основні механізми: конкуренцію з патогенами на поверхні рослин, антагоністичну дію щодо грибних та грибоподібних патогенів та індукцію захисних реакцій у рослин. За літературними даними відомо, що він зберігає активність після опадів і під впливом ультрафіолетового випромінювання, а також може застосовуватися разом з іншими засобами захисту, що гарантує стабільність результатів у різних агрокліматичних умовах.

Європейський досвід застосування Таегро свідчить про його високу ефективність у контролі за поширенням із сірою гниллю (*Botrytis cinerea*), борошнистою россою (збудник *Erysiphe necator*), фітофторозом *Phytophthora* spp. (*Oomycota*) та іншими патогенами. У Франції, Італії та Нідерландах застосування препарату на трояндах знизило ураженість сірою гниллю до 70 %, тоді як на ягідних культурах у Польщі, Німеччині та Іспанії ефективність становила 50–65 %. У виноградарстві Італії, Австрії та Угорщини препарат показав зниження оїдіуму та мілдью на 40–60 %. Використання Таегро сприяє зменшенню хімічного навантаження на довкілля та підвищенню якості продукції, що відповідає принципам сталого сільського господарства.

Попри позитивні результати, подальші дослідження необхідні для оцінки довгострокового впливу біофунгіциду на агрокосистеми, його ефективності проти різних штамів патогенів і оптимальних схем застосування. Важливим напрямком є розширення спектра дії препарату, інтеграція з іншими біофунгіцидами та дослідження його використання в тепличному господарстві та міському озелененні. Біологічний захист рослин – це не лише актуальна тенденція, а й необхідність для майбутнього екологічного землеробства.

**Ключові слова:** біофунгіциди, Таегро, захист рослин, сталий розвиток сільського господарства, грибні захворювання, зменшення пестицидного навантаження.

### **Ovchinnikova O., Aliokhin V., Stiurko M. Taegro (*Bacillus amyloliquefaciens* fzb24) in European plant protection systems: a review of literature and application practices**

The article examines the experience of European farmers in using the biofungicide Taegro for plant protection. Modern agriculture faces challenges related to ensuring effective protection against fungal diseases while reducing the use of chemical pesticides. Increasing environmental requirements, pathogen resistance development, and the need for safe food production encourage the search for alternative plant protection methods. In this context, biofungicides, particularly Taegro, are gaining importance as environmentally friendly alternatives to chemical plant protection products.

The study analyzes the advantages of biofungicides over traditional chemical fungicides, including their safety for humans and animals, beneficial effects on soil microbiota, short residual activity, and the ability to be used at various plant growth stages. Taegro is characterized by its resistance to rain and ultraviolet radiation, compatibility with other crop protection products, and systemic action against fungal pathogens. It is effectively used in European countries for protecting berry, vegetable, fruit, and ornamental crops, ensuring a reduction in the incidence of diseases such as gray mold, powdery mildew, and late blight.

Field trials in France, Italy, Germany, Poland, and Spain confirm that Taegro can reduce disease prevalence by 40–70 %, depending on the crop and pathogen. The article highlights successful cases of Taegro application in strawberry, raspberry, grapevine, tomato, and ornamental plant production. Additionally, the study addresses the prospects of integrating Taegro into sustainable farming systems and its role in reducing pesticide residues in agricultural products. The findings support the importance of further research on the long-term impact of biofungicides on agroecosystems and the optimization of their application strategies to enhance efficiency and economic feasibility.

**Keywords:** biofungicides, Taegro, plant protection, sustainable agriculture, fungal diseases, pesticide reduction.

**Постановка проблеми.** Сучасне сільське господарство стикається з низкою викликів, пов'язаних із забезпеченням ефективного захисту рослин від захворювань, викликаних грибами та грибоподібними патогенами, одночасно зменшуючи використання хімічних пестицидів [3; 11; 21]. Зростаючі екологічні вимоги, розвиток резистентності патогенів та необхідність виробництва безпечної продукції спонукають аграріїв шукати альтернативні методи захисту рослин. У цьому контексті біофунгіциди, зокрема Таєгро, набувають особливого значення як екологічно безпечна альтернатива хімічним засобам [1; 7; 20].

Біофунгіциди мають низку переваг перед традиційними хімічними пестицидами: вони не містять важких металів, безпечні для людини й тварин, характерні коротким періодом розкладання, містять органічні складові та можуть застосовуватися на різних етапах розвитку рослин. Їхнє використання сприяє зниженню чисельності фітопатогенів, підвищенню популяції корисних мікроорганізмів, а також стимулює ріст і розвиток культур [13; 17; 19;].

Одним із таких препаратів є Таєгро – біологічний фунгіцид компанії *Syngenta*, створений для контролю гнилей ягід, овочевих та декоративних культур. Його активним інгредієнтом є бактерія *Bacillus amyloliquefaciens* штам FZB24 ( $\approx 1 \times 10^9$  КУО/г), яка реалізує три основні механізми захисту: біопротекторну дію (конкуренція на поверхні листка), антагоністичну дію (придушення розвитку патогенів) та індукцію системної стійкості рослин. Завдяки цьому препарат створює умови для комплексного захисту культур і водночас знижує пестицидне навантаження на агроєкосистему, сприяючи виробництву екологічно безпечної продукції. Подальші дослідження та інтеграція біопрепаратів, таких як Таєгро, у сучасні системи захисту рослин є перспективним напрямом розвитку сталого сільського господарства [12; 13; 17].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Літературу обирали систематично, для гарантування прозорості та відтворюваності результатів. Інформаційна база охоплювала міжнародні наукометричні системи (Scopus, Web of Science, CAB Abstracts), Google Scholar, а також спеціалізовані джерела: звіти EFSA, національні бази даних пестицидів, матеріали виробників і професійні аграрні видання. Період охоплення – 2015–2024 рр.

Критерії включення: оригінальні експериментальні дослідження; огляди й метааналізи; регуляторні звіти; технічні матеріали з даними

польових випробувань *Bacillus amyloliquefaciens* FZB24 (препарат Таєгро). Критерії виключення: матеріали без емпіричних даних, публікації щодо інших штамів *Bacillus*, документи з неповними текстами.

Якість досліджень оцінювали за критеріями наявності контрольних варіантів, реплікаційності, адекватності статистики та відкритості фінансування. Для синтезу результатів застосовували нарративний аналіз; кількісний метааналіз – лише за умови достатньої гомогенності даних.

Біофунгіцид Таєгро, розроблений компанією Syngenta, є інноваційним засобом біологічного захисту рослин, що відзначається стійкістю до змивання дощем, витривалістю до ультрафіолетового випромінювання та сумісністю з іншими препаратами, що підвищує його ефективність у польових умовах [16; 18; 22].

На міжнародних конференціях, таких як «Майстерня Садівництва», обговорювали питання здоров'я ґрунту, норми залишків пестицидів (MRL) та детально розглядали властивості Таєгро. На VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Ягідництво і переробка: технології та інновації» було представлено досвід застосування Таєгро для захисту ягідних культур від сірої гнилі [16; 19; 22].

У Європі Таєгро активно використовують для захисту різних культур. Наприклад, у Польщі фермери застосовують його для контролю поширення сірої гнилі на суниці та малині, відзначаючи зниження рівня інфекції та покращання якості врожаю [6; 23]. У Німеччині виноградарі інтегрують Таєгро у програми захисту виноградників від оїдіуму та інших захворювань, викликаних грибами та грибоподібними патогенами, що сприяє зменшенню використання хімічних фунгіцидів та підвищенню екологічності виробництва [14; 24].

Застосування Таєгро у європейських країнах демонструє його ефективність та безпечність, що відповідає сучасним вимогам сталого сільського господарства та підвищенню якості сільськогосподарської продукції [5; 15].

#### **Постановка завдання.**

Наше завдання – систематичне узагальнення та аналіз наявних даних щодо ефективності застосування біофунгіциду Таєгро на різних сільськогосподарських культурах, включно з ягідними, плодовими, овочевими та декоративними рослинами, у країнах Європейського Союзу. Огляд передбачав оцінку біологічної активності препарату проти збудників хвороб, його впливу на ріст і розвиток рослин, а також виявлення обмежень і факторів, що можуть впливати на його ефективність у різних агроєкосистемах.

**Виклад основного матеріалу.** Біофунгіцид Таєгро активно застосовують у європейських країнах для захисту ягідних, овочевих, плодкових та декоративних культур. Його ефективність доведена у контролі за поширенням широкого спектра грибних та грибоподібних патогенів, таких як сіра гниль (*Botrytis cinerea*), борошниста роса, збудник *Erysiphe necator* (порядок Erysiphales), фітофтороз (*Phytophthora* spp., Oomycota), альтернاریоз (*Alternaria* spp.) та ризоктоніоз (*Rhizoctonia* spp.) [23]. Завдяки унікальним властивостям, зокрема стійкості до змивання дощем, витривалості до ультрафіолетового випромінювання та можливості інтеграції з іншими препаратами, він гарантує тривалий захист навіть за несприятливих умов. Його застосування позитивно впливає на мікробіом ґрунту, сприяє розвитку корисних мікроорганізмів та покращує загальний фітосанітарний стан насаджень [4; 5; 8].

У розсадниках декоративних рослин, зокрема троянд у Франції, Італії та Нідерландах, Таєгро дав змогу знизити рівень ураженості сірою гниллю до 70 %, що значно перевищує ефективність деяких традиційних хімічних фунгіцидів [6; 8; 23].

На плантаціях суниці та малини в Польщі, Німеччині та Іспанії його використання сприяло зменшенню поширеності ботритису на 50–65 %, покращанню якості ягід та зниженню втрат урожаю. У виноградниках Італії, Австрії та Угорщини препарат демонструє високу ефективність у контролі за поширенням мілдью винограду, збудник *Plasmopara viticola* (Oomycota) зменшував їхню поширеність на 40–60 % при інтегрованому застосуванні з біопрепаратами. Дані польових випробувань у країнах ЄС (2021–2023 рр.) підтверджують, що Таєгро у багатьох випадках перевершує традиційні фунгіциди або є їхнім повноцінним екологічним заміником [8; 10; 12].

Практика показує, що використання Таєгро дозволяє зменшити хімічне навантаження на

довкілля, скоротивши використання синтетичних фунгіцидів на 30–50 % [5; 15; 17]. Окрім того, препарат не має періоду очікування перед збиранням урожаю, що робить його особливо цінним для господарств, орієнтованих на екологічно чисте виробництво. Він сумісний із більшістю біологічних засобів захисту, що дає змогу інтегрувати його в сучасні системи ІРМ (інтегрованого захисту рослин) та надає більш стійку ефективність у довгостроковій перспективі [16; 22] (табл.).

Як показує європейський досвід, біофунгіциди на основі бактерій і грибів, такі як Таєгро, мають велике майбутнє в сільському господарстві, особливо у вирощуванні ягід, винограду та декоративних культур. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію дозувань, розширення спектра дії препарату та вивчення його сумісності з іншими біофунгіцидами, такими як *Trichoderma* spp. та *Bacillus* spp. Також перспективними є випробування Таєгро у тепличному господарстві та міському озелененні. Його застосування сприяє зменшенню залишків пестицидів у продукції, що відповідає вимогам сучасного ринку та споживачів. Біологічний захист рослин – це не лише тренд, а й необхідність, яка відкриває нові можливості для сталого розвитку сільського господарства та декоративного рослинництва [9; 13].

Слід зазначити, що ефективність біофунгіциду в польових умовах демонструє значну варіабельність залежно від кліматичних факторів, рівня інокулюму патогенів та схем сумісного застосування з іншими препаратами. Крім того, є потенційний ризик розвитку резистентності у патогенів при неконтрольованому чи повторюваному використанні, що підкреслює потребу у стандартизації схем внесення та дози препарату для забезпечення стабільного захисного ефекту. Врахування цих аспектів важливе для формування рекомендацій щодо інтегрованого захисту рослин та подальших досліджень у цій сфері [14; 17; 18].

Таблиця

**Зведені дані ефективності Таєгро у польових випробуваннях ЄС (2021–2025)**

| Культура              | Країна застосування         | Основні патогени  | Середнє зниження ураження, % | Додаткові ефекти                           |
|-----------------------|-----------------------------|---|------------------------------|--|
| Троянди               | Франція, Італія, Нідерланди | <i>Botrytis cinerea</i> (сіра гниль)                                  | 70 %                         | Покращення якості зрізаної квітки          |
| Суниця, малина        | Польща, Німеччина, Іспанія  | <i>Botrytis cinerea</i> (сіра гниль)                                  | 50–65 %                      | Зменшення втрат урожаю                     |
| Виноград              | Італія, Австрія, Угорщина   | <i>Erysiphe necator</i> (оїдіум), <i>Plasmopara viticola</i> (мілдью) | 40–60 %                      | Підвищення якості виноматеріалу            |
| Овочі (томат, перець) | Іспанія, Греція             | <i>Alternaria</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.                       | 45–55 %                      | Покращення фітосанітарного стану ґрунту    |
| Озеленення міст       | Великобританія, Швеція      | <i>Phytophthora</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.                        | 50 %                         | Зменшення використання хімічних фунгіцидів |

**Висновки.** Досвід європейських аграріїв свідчить про високу ефективність біофунгіциду Таєгро у захисті рослин від грибних та грибоподібних патогенів. Його застосування дозволяє зменшити використання хімічних пестицидів, що відповідає сучасним вимогам екологічного землеробства та сприяє виробництву безпечної продукції. Водночас ефективність препарату значно варіює залежно від кліматичних умов, рівня інокулюму патогенів та схем сумісного застосування з іншими засобами захисту. Існує також потенційний ризик формування резистентних штамів при неконтрольованому чи частому використанні, що доводить потребу у стандартизації схем внесення та дози препарату. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку довгострокового впливу Таєгро на агроєкосистеми, оптимізацію схем його застосування та визначення економічної ефективності в різних умовах господарювання. Інтеграція біофунгіцидів у комплексні системи захисту рослин залишається перспективним напрямком розвитку сучасного сільського господарства.

#### Бібліографічний список

1. Біологічні засоби захисту рослин: навч. посіб. / О. М. Головчак, І. М. Бурковський. Київ: Логос, 2020. 376 с.
2. ДСТУ ISO 16140-2:2019. Мікробіологія харчових продуктів і кормів. Перевірка методів. Частина 2. Підтвердження альтернативних методів порівняно з референтними методами. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 138 с.
3. Захист рослин: підручник / за ред. О. М. Головчака. Львів: ЛНУ, 2019. 482 с.
4. Майстерня садівництва: міжнародна конференція: тези доповідей. Київ, 2023. 148 с.
5. Реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2024 рік. Мінекономіки України. Київ: Мінекономіки України, 2024. 468 с.
6. Статті порталу FreshPlaza про захист ягідних культур. URL: <https://www.freshplaza.com> (дата звернення: 04.02.2025).
7. Стельмах О. Л., Зінченко О. В. Біопрепарати нового покоління у захисті рослин. *АгроСвіт*. 2023. № 5. С. 15–19.
8. Ягідництво і переробка: технології та інновації: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. Львів, 2024.
9. 14th International Congress of Plant Pathology (ICPP 2023), Lyon, France: abstract book. Lyon, 2023. P. 104–105. [англ.]
10. 9th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, Valencia, Spain, 2023: proceedings. Valencia, 2023. P. 201–210. [англ.]
11. Bamisi S., Dash C. K., Akutse K. S. et al. Biological control agents: Past, present, and future. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2021. Vol. 128. P. 129–151. [англ.]
12. Boehm M. J., Madden L. V., Hoitink H. A. Effect of microbial colonization on systemic resistance in plants. *Phytopathology*. 1997. Vol. 87, No 11. P. 1094–1100. [англ.]
13. Boehm M. J., Madden L. V., Hoitink H. A. Systemic resistance induced by rhizobacteria. *Annual Review of Phytopathology*. 1999. Vol. 37. P. 509–533. [англ.]
14. Calvo-Garrido C. et al. Biological control of grapevine diseases: Bacillus-based products as an alternative to synthetic fungicides. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 10. P. 48. [англ.]
15. Compendium of Plant Disease Management / ed. R. J. Stipes. Cham. Springer, 2021. 540 p. [англ.]
16. EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on the safety of Bacillus amyloliquefaciens strains. *EFSA Journal*. 2022. Vol. 20, No 5. e07345. [англ.]
17. Köhl J., Kolnaar R., Ravensberg W. J. Biocontrol of plant diseases by microorganisms in sustainable agriculture. *Annual Review of Phytopathology*. 2019. № 57. P. 181–203.
18. Pertot I., Caffi T., Rossi V., Mugnai L., Hoffmann C., Grando M. S., Gary C. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 2017. № 97. P. 70–84.
19. Pertot I., Giovannini O., Benanchi M., et al. Integrating biofungicides in grapevine disease management. *Pest Management Science*. 2017. Vol. 73, No 7. P. 1118–1126. [англ.]
20. Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament concerning the placing of plant protection products on the market. *Official Journal of the European Union*. 2009. L309. P. 1–50. [англ.]
21. Sustainable Agriculture Reviews 50: Biocontrol Agents / ed. E. Lichtfouse. Cham: Springer, 2022. 412 p. [англ.]
22. Syngenta Group. Product Manual: Taegro Biofungicide. Basel: Syngenta, 2022. 32 p. [англ.]
23. Syngenta Україна. Офіційний сайт компанії Syngenta. URL: <https://www.syngenta.ua/taegro> (дата звернення: 04.02.2025).
24. The European Biocontrol Industry Alliance (EBIA) URL: <https://www.biocontrol.eu> (дата звернення: 04.02.2025).

Стаття надійшла 18.02.2025