

УДК 502:631(075.8)

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.4\(502\).48](https://doi.org/10.15589/znp2025.4(502).48)ANALYSIS OF THE USE OF THE MODERN BIOFERTILISERS
IN COMBINATION WITH BIOINSECTICIDE TO INCREASE CROP YIELDSАНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ БІОДОБРІВ
У ПОЄДНАННІ З БІОІНСЕКТИЦИДОМ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**Ganna G. Trokhymenko**

antr@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0835-3551

Olena O. Kosobustka

olena.kosobustka@nuos.edu.ua

ORCID: 0009-0008-8489-4203

Yuliia O. Kazymyrenko

yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-7120-8226

Г. Г. Трохименко,

докт. техн. наук, професор

О. О. Кособуцька,

аспірант

Ю. О. Казимиренко,

докт. техн. наук, професор

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Abstract. *The aim of the study* is to conduct a comparative analysis of the impact of modern biofertilisers based on microbial biocenoses on the growth and development of the crops under study and to investigate the effectiveness of the latest biological products.

Method. One of the most promising areas for improving soil fertility is the use of the latest microbiological preparations containing live strains of microorganisms. Such microorganisms can significantly improve the qualitative and quantitative composition of the soil, which in turn has a positive effect on crop yields. During the study, the effectiveness of experimental biological preparations was evaluated. In the experimental part, biotesting, in particular phytotesting, was carried out. Plant test objects were used to determine the effect on phytotoxicity and yield. The methodology is based on a comparative analysis of the fertility and growth indicators of control test plants and their treatment with different concentrations of biological preparations.

Results. Summarising the results of the experiment, it can be stated that pre-sowing soil preparation had a beneficial effect on the growth of the test crop. The study revealed the effectiveness of the studied agents when used in combination with the bioinsecticide Entocid to protect plants from pests. It was established that in the initial phases of vegetation, Baikal EM-1 should be used at a concentration of 5 % to stimulate development. Subsequently, to increase green mass, a mixture of Baikal EM-1 and Effect Pro preparations proved to be effective.

Scientific novelty. Different strains of bacterial consortia included in the latest biofertilisers demonstrate varying degrees of activity. The effectiveness and efficiency of biological products depending on their concentration have been little studied, and the results obtained when using a particular crop treatment technology require further study.

Practical importance. The consumption of agricultural products is growing every year. This situation leads to soil depletion, forcing farmers to resort to the uncontrolled use of chemical fertilisers, which in turn will have negative consequences in the future. In this regard, there is a need to find safer and more effective means of increasing soil fertility. Many new technologies have been introduced in recent years. They are aimed at improving the quantity and quality of agricultural products. Therefore, research into preparations with different strains of microorganisms is important for creating technologies that will improve soil quality and promote the environmental friendliness of agricultural products.

Key words: soil degradation; microbiological preparations; fertility improvement; crop yield; soil protection technologies.

Анотація. *Мета дослідження* – проведення порівняльного аналізу впливу сучасних біодобрив на основі мікробних біоценозів, на ріст і розвиток досліджуваних культур та дослідження ефективності новітніх біопрепаратів.

Методика. Одним із найбільш перспективних напрямів підвищення родючості ґрунтів є застосування новітніх мікробіологічних препаратів, які містять у своєму складі живі штами мікроорганізмів. Такі мікроорганізми здатні значно покращувати якісний та кількісний склад ґрунту, що, у свою чергу, позитивно впливає на врожай-

ність сільськогосподарських культур. У ході дослідження було проведено оцінку ефективності експериментальних біопрепаратів. В експериментальній частині було проведено біотестування, зокрема фітотестування. При цьому було використано рослинні тест-об'єкти для визначення впливу на фітотоксичність, а також на врожайність. В основі методики – порівняльний аналіз родючості та ростових показників контрольних тестових рослин при різних варіантах їхньої обробки різними концентраціями біопрепаратів.

Результати. Підводячи підсумки експерименту, можна констатувати, що передпосівна підготовка ґрунту продемонструвала сприятливий вплив на зростання тест-культури. Проведене дослідження виявило дієвість вивчених засобів за умов застосування біоінсектициду «Ентоцид» для захисту рослин від шкідників. Установлено, що на початкових фазах вегетації для стимулювання розвитку варто застосовувати «Байкал ЕМ-1» у концентрації 5 %. А надалі для збільшення зеленої маси, добре зарекомендувала себе суміш розчинів препаратів «Байкал ЕМ-1» + «Effect Pro».

Наукова новизна. Різні штами бактеріальних консорціумів, що входять у новітні біодобрива, демонструють різний ступінь активності. Дієвість та ефективність біопрепаратів в залежності від їхньої концентрації є малодослідженими, а отримані результати при застосуванні певної технології обробки культури вимагають додаткового вивчення.

Практична значимість. Споживання агропродукції з кожним роком усе зростає. Така ситуація веде до виснаження ґрунтів, що змушує фермерів вдаватися до неконтрольованого використання хімічних добрив, що вже має та ще більше матиме негативні наслідки у майбутньому. У зв'язку з цим виникає потреба у пошуку безпечніших і більш дієвих засобів для підвищення родючості ґрунтів. Протягом останніх років було впроваджено багато новітніх технологій. Вони націлені на поліпшення кількості та якості сільськогосподарської продукції. Тому дослідження саме препаратів із різними штамами мікроорганізмів є важливим для створення технології покращення якості ґрунтів та сприяння підвищенню рівня екологічної безпеки продукції агропромислового комплексу.

Ключові слова: деградація ґрунтів; мікробіологічні препарати; підвищення родючості; врожайність; технології захисту ґрунту.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Збільшення продуктивності виробництва сільськогосподарських культур є одним з головних питань агропромислового комплексу. На сьогодні сільське господарство вирізняється активним використанням хімічних препаратів, що неминуче спричиняє низку небажаних наслідків: погіршення якісних та кількісних характеристик ґрунту, порушення едафотопу як складової екосистеми для життєдіяльності організмів (мікрофлори, родючості, співвідношення популяцій тощо), акумулювання у сільськогосподарській продукції шкідливих для людини та тварин сполук (нітратів, нітритів, залишків отрутохімікатів тощо) [1].

Ураховуючи зазначене вище, виникає проблема подальшого ефективного розвитку землеробства. Потрібно вдаватися до пошуку альтернативних шляхів підтримання родючості ґрунтів та екологічної безпеки продуктів рослинного походження і при цьому зберігати та збільшувати рівень виробництва сільськогосподарської продукції. Зростання антропогенного навантаження в аграрному секторі потребує використання спеціальних технологічних прийомів землеробства. Вони будуть забезпечувати підвищення врожайності культур, і при цьому сприяти збереженню ресурсного потенціалу агроландшафтів [2]. Світова практика агропромисловості показує, що до таких прийомів відносять: раціональне використання природних та господарських ресурсів, розробку наукових основ ресурсозбереження, упровадження ефективних та

маловитратних біотехнологій. Вони будуть спрямовані на забезпечення збалансованого функціонування агроєкосистем.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові пошуки у аграрній галузі досягли значних успіхів у подоланні викликів продовольчої безпеки. Ця тема зацікавила значну кількість учених, що зі свого боку дало поштовх до написання значної кількості наукових праць. Багаточисельні дослідження, проведені у наукових закладах та на виробничих майданчиках різних зон країни, підтверджують дієвість та перспективність упровадження біологічних добрив. У працях як українських учених, таких як Патика В. П., Тараріко О. Г., Мельничук Т. М., Зеленьянської Н. М., так і у закордонних – Elsayed Fathi Abd Allah, Kumar S., Abeer Hashem Tabassum B. – окреслено основні результати впровадження мікробіологічних препаратів під час вирощування різних видів агрокультур. У дослідженнях учених проаналізовано вплив на природний потенціал родючості ґрунту, основні показники врожайності та якості отриманої продукції при застосуванні біодобрив [3, 4].

Протягом останніх тридцяти років біопрепарати здобули значне поширення, і нині активно нарощується їхнє промислове виробництво. Збільшується потреба у цих засобах, що, у свою чергу, стимулює розширення їхнього переліку на ринку. Біопрепарати показують вагомі позитивні результати не лише

у вирощуванні рослин, а й у садівництві, скотарстві, птахівництві, зборі кормів та при відновленні ґрунтів. До області застосування таких препаратів входять як переробка відходів на сміттєзвалищах, так і очищення стічних вод. На українському ринку найбільш поширеними препаратами є «Байкал ЕМ-1», «ЕМ-Бокаші», «Граундфікс» [5]. Технологія розробки більш ефективних препаратів з кожним роком удосконалюється. Одними з таких препаратів є «Effect» та «Effect PRO». Вони розроблені українськими науковцями та знаходяться на стадії вдосконалення та впровадження.

ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

У процесі впровадження добрив на основі консорціумів мікроорганізмів ще багато питань залишаються недостатньо вивченими. Зокрема, визначення оптимальних доз біопрепаратів, способи та терміни їх застосування для різних культур, спільне використання різних препаратів та інші питання. Дослідження таких проблем слід продовжувати для більш ефективного та науково обґрунтованого залучення сучасних біотехнологій у виробничі процеси з огляду їхнього позитивного впливу на стан довкілля і забезпечення як продовольчої, так і екологічної безпеки [6,7].

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є проведення порівняльного аналізу впливу сучасних біодобрив на основі мікробних біоценозів, на ріст і розвиток досліджуваних культур та дослідження ефективності новітніх біопрепаратів.

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Задля дослідження впливу препаратів на основі мікробних ценозів було використано метод біотестування. Такий метод дає змогу оцінити реакцію біологічних систем на токсичні речовини. Завдяки біотестуванню можна з великою вірогідністю визначити ступінь загальної токсичності об'єкта досліджень. За допомогою такої властивості біотестування як висока чутливість можна визначати токсичні речовини в концентрації до 8–10 %. У процесі проведення експерименту було застосовано метод фітотестування [7]. Аналіз таких показників як швидкість сходження насіння, інтенсивність росту коренів і пагонів, маса рослин дозволяє визначити рівень фітотоксичності ґрунту. Тест-культуру зазвичай обирають серед видового різноманіття, яка є найбільш чутливою до забруднюючих компонентів. Зазвичай до таких рослин відносять льон звичайний, кресс-салат, овес посівний та інші. У даному випадку використовували як тест-об'єкт насіння вівса посівного (*Avena sativa* L.) [8, 9].

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Після попередніх чисельних лабораторних досліджень та визначення максимально ефективної концентрації біопрепаратів було проведено біотестування у польових умовах з використанням різних концентрацій препаратів на основі мікробних біоценозів на двох окремих ділянках 1,10 × 2,80 м кожна. Одна ділянка піддавалась передпосівній обробці ґрунту. Таку обробку проводили із використанням препаратів таких як «Байкал ЕМ-1», «Effect» та «Effect PRO» у концентрації 2 % (рис. 1).



Рис. 1. Препарати, які були використані під час експерименту

Посів насіння проводили на 10-й день після обробки ґрунту на відповідній ділянці. Як тест-культуру було обрано насіння вівса посівного (*Avena sativa* L.). У відкритий ґрунт сіяли по 25 зерен. Обробка тест-культури здійснювалась розчинами у концентрації 0,1 %, 1 %, 5 % та 10 %, відповідно.

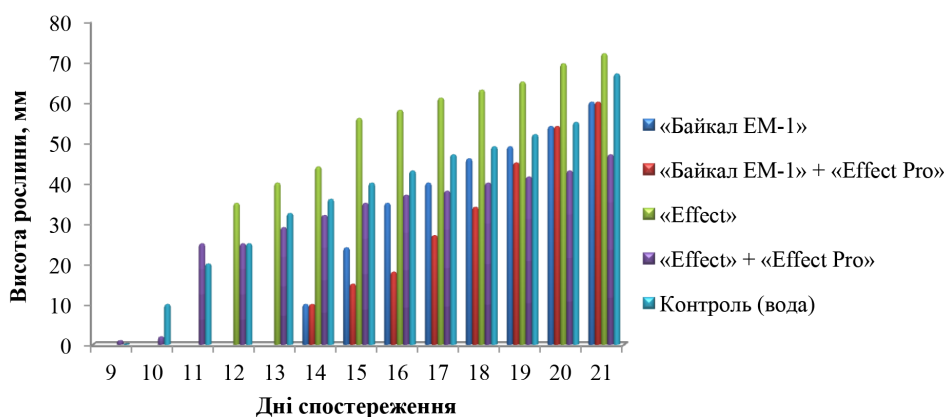
Задля попередження негативного впливу від шкідників до яких належить Вовчок звичайний (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) та Цвіркун польовий (*Gryllus campestris*) було обрано біоінсектицид «Ентоцид». У його спектр захисту входять і зернові культури також. Даний біоінсектицид містить у собі міцелій та спори грибків роду *Lecanicillium* spp., *Paecilomyces* spp., *Metarhizium* spp., *Beauveria* spp. Спори таких грибкових організмів у ґрунті у разі потрапляння на тіло шкідника, протягом 10–12 годин проростають і мають уражаючу дію на жирову тканину, кишковий тракт, паралізують нервову систему, м'язову тканину та органи дихання. У результаті чого шкідник гине і стає джерелом розвитку для самого грибка, який буде розповсюджуватись у ґрунт. Повна загибель настає через 40–120 годин залежно від віку личинки або імаго. На відміну від інших хімічних засобів боротьби зі шкідниками «Ентоцид» є безпечним для людей, тварин, ґрунтової мікрофлори, а саме, дощових черв'яків. Через це застосування препарату не потребує особливих заходів безпеки. Також однією

із переваг даного інсектициду є те, що він сумісний із біопрепаратами та добривами [10, 11].

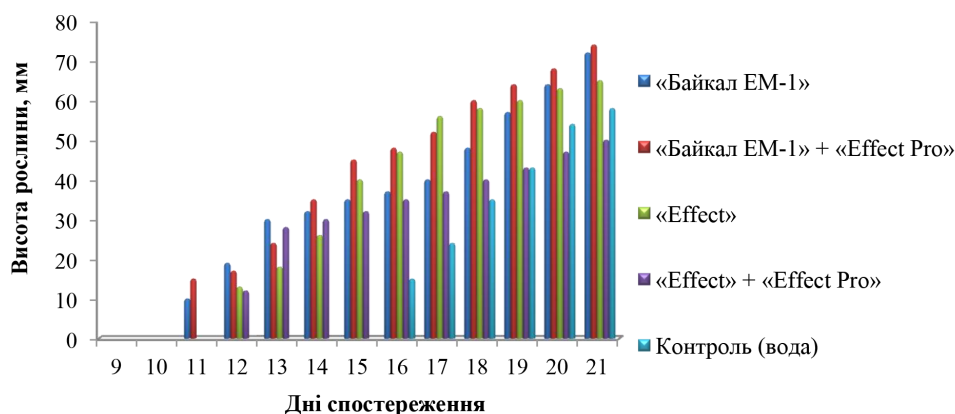
Обробка ґрунту біоінсектицидом проводилась безпосередньо перед посівом тест-культури. Сам експеримент проходив за таких умов: висівали у відкритий ґрунт, за середньої температури повітря – 26,8 °С; частота поливу: 1 раз на 2 дні, а також був природний полив (дощ); середня вологість повітря становила

51,5 %. Тривалість експерименту – 21 доба. Дослідження проходило у два етапи. Напочатку фіксували та аналізували вплив біопрепаратів на схожість та ростові показники зразків. Для цього протягом усього експерименту вимірювали приріст тест-культури [12].

Згідно з графіком (рис. 2, а) перші сходи з'явилися на 9-ту добу на ділянці, що не проходила передпосівну обробку, їх обробляли розчином препаратів



(а)



(б)

Рис. 2. Порівняльний аналіз впливу мікробіологічних препаратів на ріст *Avena sativa* L. на необробленій (а), та обробленій (б) експериментальних ділянках

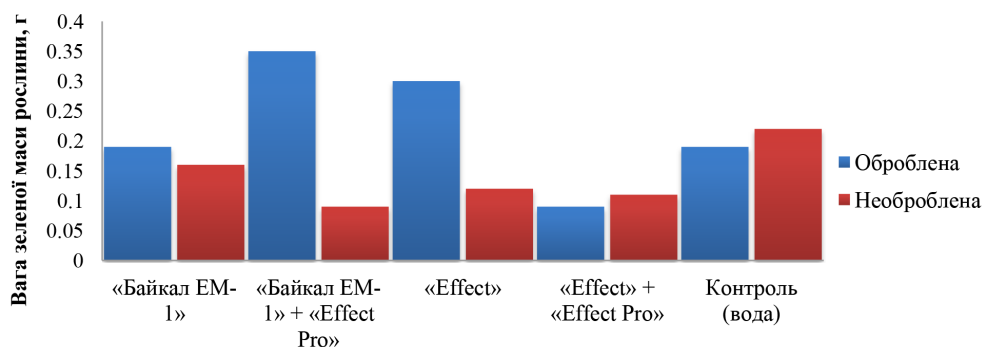


Рис. 3. Порівняння впливу обраних біодобрив на середню масу рослин на обробленій та необробленій ділянках

«Effect» + «Effect Pro». А на ділянці, що проходила передпосівну обробку, перші паростки з'явилися на 11-й день експерименту, їх поливали розчином «Байкал ЕМ-1» + «Effect Pro» (рис. 2, б).

За умов своєчасного внесення біоінсектициду «Ентоцид» експеримент завершився без негативного впливу шкідників. Наприкінці спостережень найбільшого росту на необробленій ділянці мали зразки, що оброблялися препаратом «Effect», що на 7 % більше ніж контрольні зразки. А на ділянці з передпосівною обробкою найбільшого росту мали зразки, що поливали розчином «Байкал ЕМ-1» + «Effect Pro», що на 27,8 % більше ніж контрольні зразки.

На другому етапі дослідження проводили зважуванням зеленої маси рослин. Для цього зразки, що були оброблені розчинами біодобрив із концентрацією 5 %, зрізали на відстані 2-ох см над ґрунтом.

Результати зважування зеленої маси тест-об'єктів (рис. 3) показали, що вага зеленої маси тест-об'єктів на обробленій ділянці більша ніж на необробленій. Зразки, які поливали розчином «Байкал ЕМ-1» + «Effect PRO» на ділянці з передпосівною обробкою, мали більші значення серед усіх.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Мікробіологічні препарати у розчинах із сироваткою мають позитивний вплив на тест-культури. Виходячи із результатів, отриманих у ході лабораторного експерименту, можна сказати, що для стимуляції рослин на перших етапах розвитку найбільш ефективним є препарат «Байкал ЕМ-1» у максимальній концентрації (10 %). Проте подальшому стрімкому

приросту та нарощенню зеленої маси сприяє розчин препарату «Effect» + сироватка з концентрацією у 5 %.

Досвід минулих експериментів, які закінчилися загибеллю частини тест-культури із-за негативного впливу шкідників показав, що досліджувані препарати виступають у ролі приманки. А отже, такі добрива проявляли вторинну атрактантну дію. Тому було вирішено спробувати використати біоінсектицид «Ентоцид». Застосування додаткового засобу захисту сприяло отриманню певних результатів, виходячи із яких можна було б сказати про дію кожного препарату на тест-об'єкт.

ВИСНОВКИ

Для стимуляції рослин на перших етапах розвитку найбільш ефективним виявився препарат «Байкал ЕМ-1» у максимальній концентрації (10 %). Для подальшого приросту та нарощенню зеленої маси необхідне комплексне використання розчину препарату «Effect» та сироватки у концентрації 5 %. Також для запобігання вторинної атрактантної дії рекомендоване застосування біоінсектицидів, зокрема, препарат «Ентоцид».

Застосування біотехнологічних способів, які залучають живі мікроорганізми, дозволяє вибудувати стратегію екологічно зваженого землекористування, що спирається на заміщення мінеральних підживлень мікробними відповідниками. Створення засобів, що ґрунтуються на мікробних спільнотах, спроможних зберігати власні провідні властивості у визначених агрокліматичних умовах, виглядає перспективним і має практичне застосування, особливо для кліматичних умов Півдня України.

REFERENCES

- [1] Drebot, O. I., Bendasiuk, O. O., Palapa, N. V., Palianychenko, N. I., Tarariko, O. H., Ilienko, T. V., Kuchma, T. L., Demianiuk, O. S., Lazarenko, V. I., & Raichuk, L. A. (2022). *Prodo volcha ta ekolohichna bezpeka Ukrainy v umovakh voiennoho stanu: kolektyvna monohrafiia [Food and environmental security of Ukraine under martial law: a collective monograph]* (O. I. Drebot, Ed.). NUBiP Ukrainy Publishing House.
- [2] Holod, N. M., & Vasylenko, I. P. (2017). Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Techniques and technologies of production and processing of livestock products. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Techniques and Technologies of Production and Processing of Livestock Products*, 280(3), 45–51.
- [3] Kour, D., Rana, K. L., Yadav, A. N., Yadav, N., Kumar, M., Kumar, V., Vyas, P., Dhaliwal, H. S., & Saxena, A. K. (2020). Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23, Article 101487. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101487>
- [4] Ghobadi, M. E., Ghobadi, M., & Khosravi, A. (2019). The role of conservation tillage on soil moisture conservation and yield components of wheat. *Agricultural Water Management*, 225, Article 105775. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105775>
- [5] Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2022). Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Sciences*, 3, Article 100094. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094>
- [6] Hudzinskiy, O. D., & Dramaretska, K. P. (2015). *Upravlinnia konkurentospromozhnistiu silskohospodarskykh pidpriemstv v umovakh yikh innovatsiinoho rozvytku [Management of competitiveness of agricultural enterprises in the conditions of their innovative development]*. TsP «Komprynt».
- [7] Kabenomuhangi, R. (2024). Regenerative agriculture and soil health: Enhancing biodiversity through sustainable farming practices. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(9), 3203–3215. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0924.2678>
- [8] Hashem, A., Tabassum, B., & Abd_Allah, E. F. (2019). *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(6), 1291–1297. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.05.004>

- [9] Alexeyeva, A. A., Marenkov, O. M., Kurchenko, V. O., Holub, I. V., & Petrovsky, O. O. (2019). Biotesting and phytoindication of aquatic environment quality of urbanized territories. *Ecology and Noospherology*, 30(2), 101–105. <https://doi.org/10.15421/031917>
- [10] Kosobutska, O. O., & Trokhymenko, G. G. (2024). Analiz mozhlivosti zastosuvannya preparativ na osnovi mikrobykh biotsenoziv dlia pidvyshchennia urozhainosti silskohospodarskykh kultur [Analysis of the possibility of using preparations based on microbial biocenoses to increase the yield of agricultural crops]. *Innovatsii v sudnobuduvanni ta okeanotekhnitsi: XV Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia: materialy* (pp. 433–436). NUK.
- [11] Isah Raubilu, I. A., & Ahmad, M. A. (2020). Microorganisms as bioinsecticides; short review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 12(1), 274–279. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v12i1.42S>
- [12] Trokhymenko, H. H., & Kosobutska, O. O. (2023). Analiz mozhlivosti pidvyshchennia urozhainosti silskohospodarskykh kultur na osnovi vykorystannia mikrobykh biotsenoziv [Analysis of the possibility of increasing the yield of agricultural crops based on the use of microbial biocenoses]. In *Problemy ekologii ta enerhozberezhennia: Materialy XV Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* (pp. 119–120). Vydavets Torubara V. V.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Дребот, О. І., Бендасюк, О. О., Палапа, Н. В., Паляничко, Н. І., Тараріко, О. Г., Ільєнко, Т. В., Кучма, Т. Л., Дем'янюк, О. С., Лазаренко, В. І., & Райчук, Л. А. (2022). *Продовольча та екологічна безпека України в умовах воєнного стану: колективна монографія* (О. І. Дребот, Ред.). Видавництво НУБІП України.
- [2] Холод, Н. М., & Василенко, І. П. (2017). Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та технології виробництва і переробки продукції тваринництва. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та технології виробництва і переробки продукції тваринництва*, 280(3), 45–51.
- [3] Kour, D., Rana, K. L., Yadav, A. N., Yadav, N., Kumar, M., Kumar, V., Vyas, P., Dhaliwal, H. S., & Saxena, A. K. (2020). Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23, Article 101487. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101487>
- [4] Ghobadi, M. E., Ghobadi, M., & Khosravi, A. (2019). The role of conservation tillage on soil moisture conservation and yield components of wheat. *Agricultural Water Management*, 225, 105775. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105775>
- [5] Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2022). Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Sciences*, 3, Article 100094. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094>
- [6] Гудзинський, О. Д., & Драмарецька, К. П. (2015). *Управління конкурентоспроможністю сільськогосподарських підприємств в умовах їх інноваційного розвитку: монографія*. ЦП «Компринт».
- [7] Kabenomuhangi, R. (2024, September). Regenerative agriculture and soil health: Enhancing biodiversity through sustainable farming practices. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(9), 3203–3215. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0924.2678>
- [8] Hashem, A., Tabassum, B., & Abd Allah, E. F. (2019). *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(6), 1291–1297.
- [9] Alexeyeva, A. A., Marenkov, O. M., Kurchenko, V. O., Holub, I. V., & Petrovsky, O. O. (2019). Biotesting and phytoindication of aquatic environment quality of urbanized territories. *Ecology and Noospherology*, 30(2), 101–105. <https://doi.org/10.15421/031917>
- [10] Кособуцька, О. О., & Трохименко, Г. Г. (2024). Аналіз можливості застосування препаратів на основі мікробних біоценозів для підвищення урожайності сільськогосподарських культур. *Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції* (с. 433–436). НУК.
- [11] Isah Raubilu, I. A., & Ahmad, M. A. (2020). Microorganisms as bioinsecticides; short review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 12(1), 274–279. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v12i1.42S>
- [12] Трохименко, Г. Г., & Кособуцька, О. О. (2023). Аналіз можливості підвищення урожайності сільськогосподарських культур на основі використання мікробних біоценозів. *Проблеми екології та енергозбереження: Матеріали XV Міжнародної науково-технічної конференції* (с. 119–120). Видавець Торубара В. В.

© Трохименко Г. Г., Кособуцька О. О., Казимиренко Ю. О.
Дата надходження статті до редакції: 20.10.2025
Дата затвердження статті до друку: 11.11.2025
Опубліковано: 30.12.2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0