

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІООРГАНІЧНИХ ДОБРІВ НА ОСНОВІ МІКРОБНИХ ЦЕНОЗІВ

Кособуцька О.О., Трохименко Г.Г.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
пр. Героїв України, 9, 54007, м. Миколаїв
antr@ukr.net, olena.kosobutska@nuos.edu.ua

У сучасних реаліях гостро постає питання подальшого ефективного просування землеробства, пошук альтернативних підходів до підтримання родючості ґрунтів та забезпечення екологічної безпеки продукції рослинного походження, при цьому нарощуючи обсяги сільськогосподарського виробництва. Метою дослідження є порівняльний аналіз впливу препаратів, створених на основі мікробних біоценозів в процесі проведення дослідження їхнього впливу на ріст та розвиток тест-культур. У польових умовах було проведено дослідження за допомогою методу біотестування. Для цього було вибрано дві ділянки, одна з яких піддавалась передпосівній обробці. У ході експерименту використовували біопрепарати, а також їх розчини для визначення впливу на схожість, нарощення зеленої маси, а також фітотоксичного впливу на обрані тест-культури. Як об'єкт були біопрепарати та їх розчини в таких комбінаціях: «Байкал ЕМ-1», «Байкал ЕМ-1» + «Effect PRO», «Effect», «Effect» + «Effect PRO», «Effect PRO», дистильована вода (контроль). У ролі тест-об'єкта виступало насіння вівса посівного (*Avena sativa* L.). За підсумками дослідження, можна констатувати, що передпосівна підготовка ґрунту практично не впливає на процес проростання насіння. Для стимулювання рослини на початкових стадіях розвитку, оптимально використовувати «Байкал ЕМ-1», розбавивши його до утворення розчину в 5%. Нажаль, експеримент завершився втратою частини тест-культури внаслідок негативної дії шкідників, котрих цей препарат, фактично, приваблював. Проте, незважаючи на отримані результати, у зразках ґрунту з обробленої території було зафіксовано популяцію дощових черв'яків—показовий індикатор. Це дозволяє зробити висновок, що внесені препарати позитивно впливають на родючість ґрунту, хоча подальша обробка вимагає одночасного застосування захисних заходів від шкідників. *Ключові слова:* біотестування, новітні біодобрива, підвищення урожайності, відновлення ґрунтів, тест-культура.

Analysis of the effectiveness of bioorganic fertilisers based on microbial biocenoses. Kosobutska O., Trokhymenko G.

In modern realities, the issue of further effective promotion of agriculture, the search for alternative approaches to maintaining soil fertility and ensuring the environmental safety of plant products, while increasing agricultural production, is becoming more acute. The aim of the study is to compare the effects of preparations based on microbial biocenoses in the course of researching their impact on the growth and development of test crops. The study was conducted in the field using the biotesting method. For this purpose, two plots were selected, one of which was subjected to pre-sowing treatment. During the experiment, biological products and their solutions were used to determine the effect on germination, green mass growth, and phytotoxic effects on the selected test crops. Biological products and their solutions in the following combinations were used as the object: «Baikal EM-1», «Baikal EM-1» + «Effect PRO», «Effect», «Effect» + «Effect PRO», «Effect PRO», distilled water (control). The test object was oat seeds (*Avena sativa* L.).

According to the results of the study, it can be stated that pre-sowing soil preparation has virtually no effect on the process of seed germination. To stimulate the plant in the initial stages of development, it is optimal to use «Baikal EM-1», diluting it to form a solution of 5%. Unfortunately, the experiment ended with the loss of part of the test crop due to the negative effects of pests, which were actually attracted by this preparation. However, despite the results obtained, a population of earthworms, an indicator of the effectiveness of the treatment, was recorded in soil samples from the treated area. This allows us to conclude that the applied preparations have a positive effect on soil fertility, although further treatment requires the simultaneous application of protective measures against pests.

Key words: biotesting, newest biofertilisers, yield increase, soil restoration, test crop.

Постановка проблеми. Основним завданням агропромислового комплексу є забезпечення ефективного підвищення сільськогосподарського виробництва. На сьогодні у сільському господарстві спостерігається інтенсивне використання хімічних засобів. Це, у свою чергу, призводить до низки проблем, які матимуть негативні наслідки в майбутньому. Порушення ґрунтової мікрофлори, погіршення складу ґрунту, накопичення у ньому небезпечних речовин для тварин та людей (нітратів, пестицидів) – такі наслідки чекають аграріїв у разі неконтрольованого внесення хімічних засобів задля

підвищення врожаїв. Виходячи із вище сказаного, виникає проблема пошуку безпечнішого способу підвищення ефективності ведення сільського господарства. За такого способу можна досягти збереження екологічності вирощеної продукції при збільшенні обсягів сільського господарства [1].

Вплив антропогенних чинників з кожним роком має тенденцію до зростання та потребує застосування сучасних ефективних технологій для ведення землеробства. Такі технології повинні бути орієнтовані на підвищення врожайності та збереження потенціалу агроландшафтів. Із досвіду світової

практики можна виокремити такий спосіб ведення раціонального землеробства, як застосування біотехнологій, які зможуть забезпечити належне і надійне функціонування агроєкосистем [2].

Актуальність дослідження. Отримання стабільних врожаїв є першочерговим завданням агропромислового сектору. Щоб виконати таке завдання потрібно оптимізувати живлення рослин, а також підвищити ефективність добрив. Такі технології передбачають використання препаратів на основі мікробних біоценозів. На рослини такі препарати мають активну біологічну дію, тому вони можуть мати широкий спектр застосування, що в свою чергу сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, а також їхніх якісних характеристик.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Попит на агропродукцію, що виготовлена з дотриманням екологічних стандартів, демонструє щорічне зростання. Відтак застосування екологічних методів обробки і безпечної сировини для створення продовольства буде відчутно збільшуватися у найближчий період.

Активізація роботи над трансформацією традиційного шляху розвитку сільського господарства у напрямку сталого розвитку, екологічної чистоти та застосування новітніх біотехнологій стане ключем до гарантування продовольчої стабільності та зменшення шкоди для навколишнього середовища. Відтак, питання застосування новітніх біодобрив з метою збільшення врожайності сільськогосподарських культур, відновлення родючості ґрунтів та виробництва екологічно чистої продукції є нагальним, має важливе наукове та практичне підґрунтя.

Таким чином, усе більшої актуальності набувають технології на основі застосування біопрепаратів, які містять асоціації певних груп мікроорганізмів, а також гумінових кислот. Одними із таких є препарати на основі ефективних мікроорганізмів.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Дослідження сільського господарства досягли значного прогресу у вирішенні проблеми продовольчої безпеки. Цьому питанню присвячено чимало наукових праць. Багаточисельні експерименти, що були виконані в наукових центрах та на підприємствах різних областей країни, демонструють ефективність і перспективність біологічних добрив. У роботах вітчизняних вчених таких як Зеленянська Н.М., Мельничук Т.М., Патики В.П. так і в зарубіжних – Abeer Hashem, Elsayed Fathi Abd_Allah, Tabassum [3, 4, 5] В, наведено результати використання мікробіологічних препаратів у процесі вирощування різноманітних сільськогосподарських культур, а також аналіз їхнього впливу на природний потенціал родючості ґрунту, ключові показники врожайності та властивості отриманої продукції. За тридцятилітній період біопрепарати набули широкого застосування, і наразі достатньо розвивається

їх промислове виробництво. Попит на такі препарати збільшується, що в свою чергу впливає на розширення асортименту на ринку. Біопрепарати демонструють вагомі позитивні результати не лише у сфері вирощування рослин, але й у садівництві, скотарстві, птахівництві, підготовці кормів та відновленні земель. Застосування таких препаратів варіюється від переробки відходів на звалищах до очищення стічних вод. Серед популярних препаратів на ринку України є «ЕМ-Бокаші», «Байкал ЕМ-1», «Граундфікс». Технології розробки більш ефективних препаратів не стоять на місці. Одними із таких препаратів є «Effect» та «Effect PRO», що розроблені українськими дослідниками [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким прив'язана дана стаття. У процесі реалізації біодобрив лишається чимало недостатньо досліджених питань. Зокрема, встановлення оптимальних дозувань біопрепаратів, методів та строків їх застосування для різних сільськогосподарських культур, спільне використання різних препаратів та інші складні питання. Дослідження у цих напрямках слід активно продовжувати для більш ефективного та науково обґрунтованого впровадження сучасних біотехнологій у виробничі процеси, ураховуючи їх позитивний вплив на стан навколишнього середовища та забезпечення продовольчої та екологічної безпеки.

Новизна дослідження полягає у здійсненні порівняльного аналізу впливу біоорганічних препаратів на показники росту й розвитку рослин, а також дослідження їхньої дієвості, залежно від концентрації та способу обробки сільськогосподарської культури [7].

Матеріали та методи дослідження. У польових умовах було проведено дослідження за допомогою методу біотестування, у якому щоденно проводилися спостереження, облік та аналіз згідно із загальноприйнятою методикою [8, 9, 10]. Для дослідження використовували біопрепарати, а також їх розчини для визначення впливу на схожість, нарощення зеленої маси, а також фітотоксичного впливу на обрані тест-культури.

В основі методу біотестування лежить специфіка зворотної реакції обраного тест-об'єкта до дії певних негативних факторів. Вивчення такої реакції дає змогу визначити рівень екологічної безпеки. Біотестування як спосіб біологічного контролю дозволяє визначити рівень токсичності довкілля та має відповідати сучасним вимогам біомоніторингу. Тест-об'єкти, здебільшого, обираються із широкого спектру видів, котрі є найбільш чутливими до забруднюючих речовин [11, 12, 13]. В основі біотестування лежить біологічне моделювання як метод наукового пізнання. Будь-яка модель – це конкретний спосіб зображення реальності [14, 15, 16].

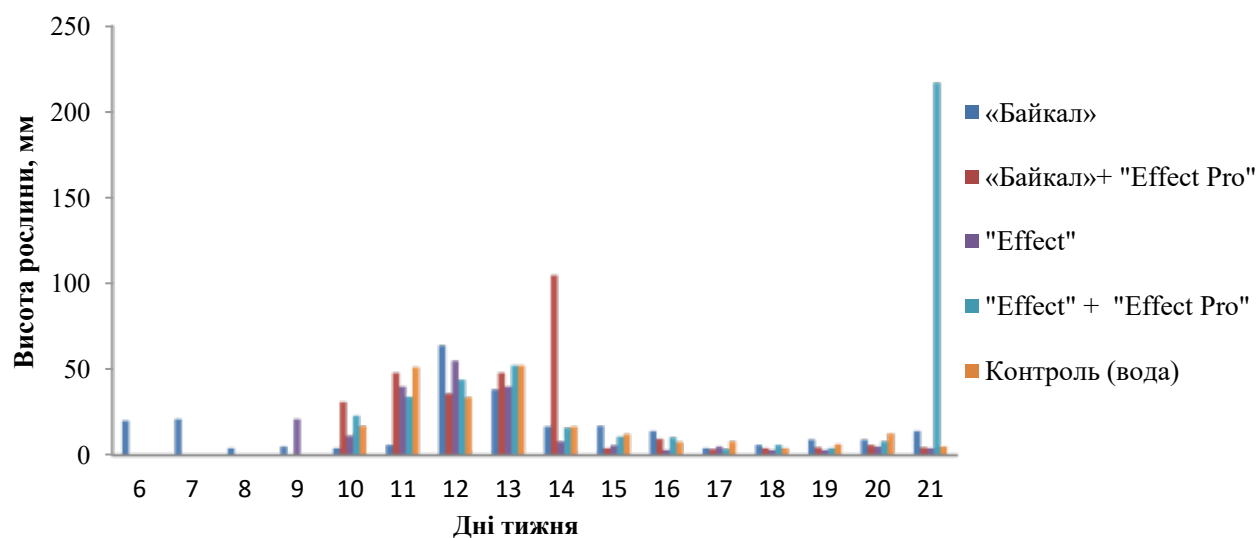
Як об'єкти дослідження були вибрані розчини біопрепаратів у таких комбінаціях: ЕМ-препарат

«Байкал ЕМ-1»; ЕМ-препарат «Байкал ЕМ-1» + «Effect PRO»; «Effect PRO»; Біопрепарат «Effect»; Біопрепарат «Effect» + «Effect PRO»; дистильована вода (контроль).

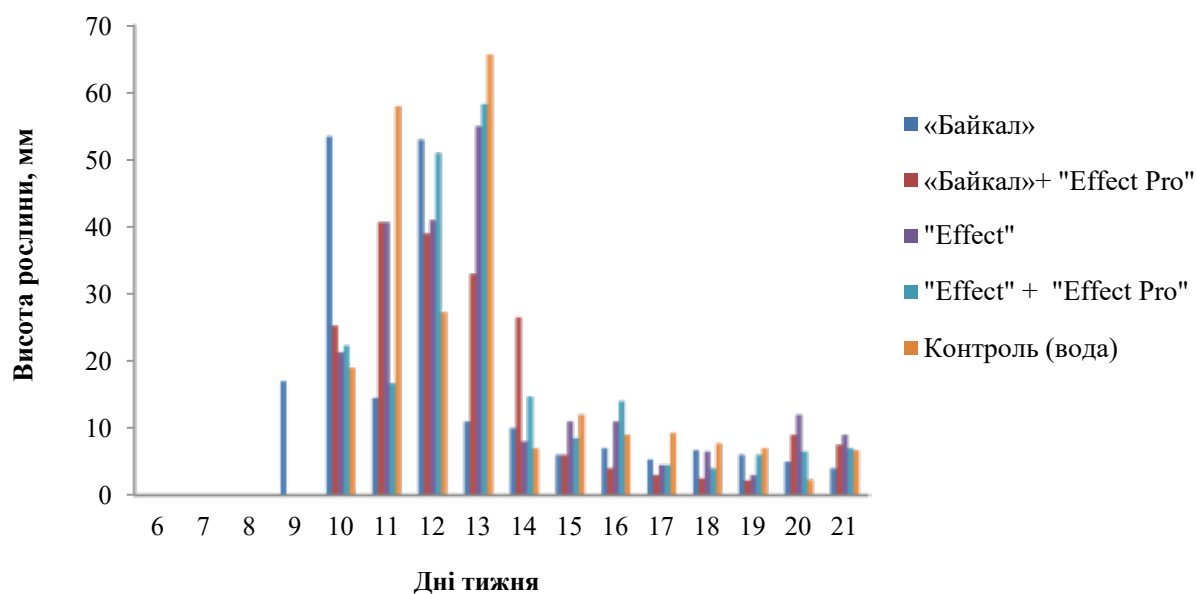
Унікальність препарату «Байкал ЕМ-1» складає великий спектр впливу мікроорганізмів, що містяться в його складі. Склад біопрепарату включає живі клітини таких бактерій, як *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*. Також «Байкал ЕМ-1» має додатково фітогормони, вітаміни, амінокислоти та інші активні речовини [12]. Це біодобриво має здатність оздоров-

лювати шар ґрунту, де розміщується коріння рослини при цьому зменшуючи показник кількості фітопатогенних організмів. Під час застосування «Байкал ЕМ-1» відбувається краще засвоєння доступних форм фосфору та азоту.

Біопрепарати «Effect» та «Effect PRO» – це новітні експериментальні препарати. Комплекс корисних мікроорганізмів, що входять до складу біопрепарату «Effect», мають ріст-стимулюючі та фунгіцидні особливості: *Azotobacter vinelandii* здійснює фіксацію азоту з атмосфери, переводить його в доступну для рослин форму, а також синтезує речовини, які мають ріст-стимулюючі властивості. До таких мікроеле-



(а)



(б)

Рис. 1. Порівняння впливу біопрепаратів на ріст *Avena sativa* L. на необробленій (а), та обробленій (б)

ментів належать нікотинова та пантотенова кислоти, гетероауксин, біотин. *Bacillus subtilis*, що є у складі препарату – забезпечує захист рослин від впливу фітопатогенних грибів та бактерій.

«Effect PRO». Препарат, який зареєстрований у Міндовкільлі як ферментована молочна сироватка. Молочна сироватка відноситься до відходів молокопереробної промисловості. Для дослідження сироватка використовувалася як частина поживного середовища.

Застосування молочної сироватки як добрива покращує стан рослин, насичує їх необхідними мікроелементами, дозволяє отримати вищі та якісніші врожаї.

Дослідження базувалось на порівнянні результатів з передпосівною обробкою ґрунту та без неї. Дана обробка здійснювалась такими препаратами як «Байкал ЕМ-1», «Effect» та «Effect PRO» у концентрації 2 %. У ході експерименту для обробки тест-об'єктів було обрано фізіологічні розчини з концентрацією 0,1 %, 1 %, 5 % та 10 %.

Як тест-об'єкт було обрано насіння вівса посівного (*Avena sativa* L.). Овес – це однорічна культивована трав'яниста рослина родини злакових – Poaceae, що є цінною сільськогосподарською культурою. Вона має досить високі показники врожайності, а також її застосовують для біотестування.

Овес висівали по 25 насінин у відкритий ґрунт (чорнозем південний). Кожен зразок мав маркування.

Умови при проведенні експерименту були такими: середня температура повітря – 26,5 °С; вологість повітря становила 60,2 %; освітленість – середня; час освітлення складав від 13 до 14 годин світлового дня; частота поливу: 1 раз на 3 дні, а також природний полив (дощ); тривалість експерименту – 21 доба.

Виклад основного матеріалу дослідження. У ході дослідження проводився систематичний облік сходів насіння вівса. Це дозволило визначити схожість, динаміку ростових показників, а також нарощення зеленої маси тест-об'єкта. Спостереження велось з 6-го дня після посіву. Із рисунку 1 (а) видно, що перші паростки з'явилися на 6-ту добу спостереження, при цьому на обробленій ділянці (рис. 1 (б)) перші паростки з'явилися тільки на 9-ту добу. В обох випадках дані тест-об'єкти оброблювали препаратом «Байкал ЕМ-1» в концентрації 1 %. На 15-й день спостережень відбулась загибель частини тест-об'єктів. Такі негативні наслідки супроводжувались появою шкідників таких Вовчок звичайний (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) та Цвіркун польовий (*Gryllus campestris* L.). Тому експеримент було зірвано.

Проте саме на обробленій ділянці спостерігалась поява популяції Дощового черв'яка (*Lumbricus terrestris*) у кількості 2–3 особини на см² (рис. 2).

На другому етапі експерименту проводилось зважування зеленої маси. Для цього були обрані тест-зразки, що оброблялись розчинами біопрепаратів з концентрацією у 5 % та зрізали на 2 см над ґрунтом. За результатами зважування зеленої маси (рис. 3) видно, що тест-зразки, які зростали на обробленій ділянці, мають більшу масу, крім зразків, що поливали розчином «Байкал ЕМ-1» + «Effect PRO» і препаратом «Effect».

У зв'язку із негативною дією шкідників показники маси є некоректними й порівняти та проаналізувати результати неможливо.

Головні висновки. Виходячи із результатів проведеного дослідження із систематичного обліку показників росту, розвитку, а також нарощення зеленої маси, можна сказати, що:



Рис. 2. Популяція Дощового черв'яка (*Lumbricus terrestris*) на досліджуваній ділянці

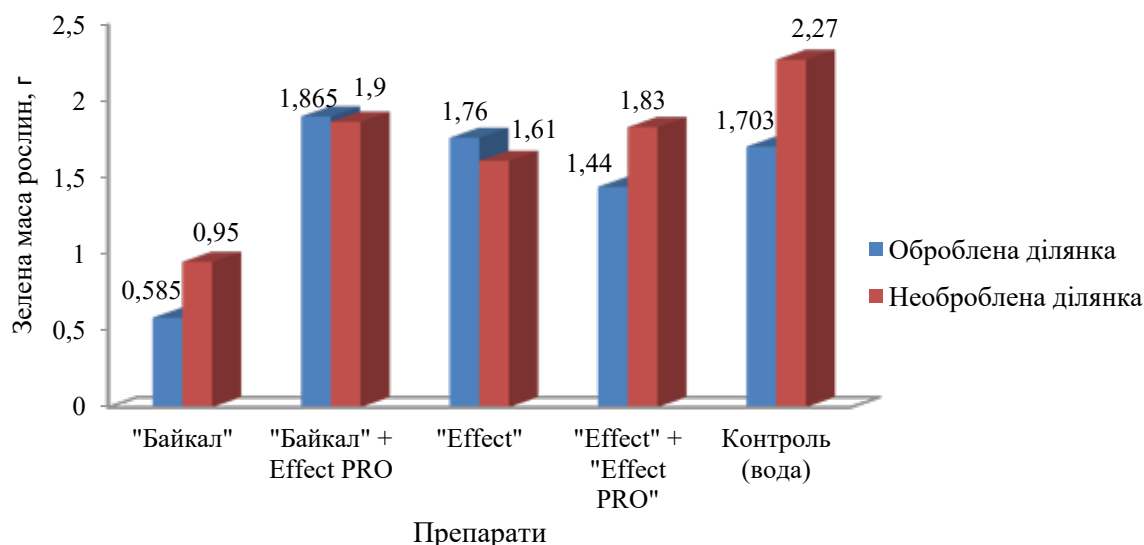


Рис. 3. Порівняння впливу різних біопрепаратів на ділянках з передпосівною обробкою та необробленою на середню масу рослин

1. Передпосівна обробка ґрунту вищезазначеними препаратами у даному експерименті не дала достовірного впливу на схожість.

2. Виявлено, що для стимуляції росту на перших етапах розвитку рослини потрібно використовувати «Байкал ЕМ-1» у концентрації 5 %.

3. Експеримент закінчився загибеллю частини тест-культури із-за негативного впливу шкідників, для яких рослини, що активно розвивалися, виступали у ролі приманки. Проте, незважаючи на такий результат зріз ґрунту мав популяцію Дошових черв'яків звичайних на обробленій ділянці. Це свідчить про те, що препарати сприятимуть підвищенню родючості ґрунту, але саме із-за шкідників в польових умовах краще використовувати додатково засоби біозахисту від них.

Застосування біотехнологічних підходів, що використовують високопродуктивні мікроорганізми, дозволяє запропонувати стратегію екологічно сталого землекористування, що ґрунтується на заміщенні мінеральних добрив мікробними препаратами. У зв'язку з цим, розробка препаратів на основі мікробних біоценозів, які здатні зберігати свої ключові властивості в певних агрокліматичних умовах є перспективною та має велике практичне значення. Передбачається проведення польових експериментів із застосуванням бінсектицидів для виключення негативної дії шкідників та визначення ефективності досліджуваних препаратів, урахувавши вплив екологічних факторів навколишнього середовища.

Література

1. Чудовська В. А. Органічне землеробство в умовах сталого розвитку сільських територій. *Науковий вісник НУБіП України*. 2011. № 163. С. 313–317.
2. Food and agriculture in the 2030. Driving action across the 2030 Agenda for Sustainable Development. Food and Agriculture Organization (FAO), 2017. 40 p.
3. Higa, T. Effective micro-organisms – a new dimension for nature farming. In: Parr J.F., Hornick S.B., Simpson M.E. (Eds) Proceedings of the 2nd International Nature Farming Conf., USDA, Washington DC, USA, 2004. pp. 2022.
4. Abeer Hashem, Baby Tabassum, and Elsayed Fathi Abd_Allah Saudi J Biol Sci. *Bacillus subtilis*: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. September 26(6). 2019. pp. 1291–1297.
5. Radhakrishnan R., Hashem A., Abd_Allah E.F. Bacillus: a biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. *Front Physiol* (8). 2017. p. 667.
6. Kumar S., Diksha, Sindhu S.S, Kumar R. Biofertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current Research in Microbial Sciences*. 2022. Vol. 3. 100094.
7. Roy A. Biofertilizers for Agricultural Sustainability: Current Status and Future Challenges. *Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture*. Springer Singapore, 2021, P. 525–553.
8. Goncharova V. V., Yakushko Y. D., Strilets O. P., Strelnikov L. S EM-technology in crop production. Actual Questions Of Development of New Drugs : Abstracts of XX International Scientific And Practical Conference Of Young Scientists And Student, April 22–23, 2014, Kharkiv. Kh. : NUPh, 2014. P. 127. Чухрій Ю. П. Біоіндикація. Біотестування. Біомоніторинг. Одеса : ОНАХТ, 2014. 41 с.
9. Камінський В. Ф. Наукові основи оптимізації сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур залежно від типу агроформувань. *Землеробство*. 2017. Вип. 4. С. 3–15. Притула Н. М. Біоіндикація : навчальний посібник для

- здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 141 с.
10. Трохименко Г. Г., Кособуцька О. О., Літвак О. А., Благодатний В. В. (2023) Аналіз можливості підвищення урожайності сільськогосподарських культур на основі використання мікробних біоценозів. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. № 3(48). 208 с.
 11. Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Біоіндикація та біотестування : навчальний посібник. Кременчук : Видавництво ПП Щенбатих О. В., 2016. 76 с.
 12. Бессонова В. П. Фітоіндикація та фіто моніторинг : навчальний посібник. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. Дніпро : Герда 2024. 206 с.
 13. Забалуєв В. О., Дегтярьов В. В. (ред.) Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості : навчальний посібник / [Забалуєв В. О., Балаєв А. Д., Тараріко О. Г., Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В., Тонха О. Л., Піковська О. В., Гавва Д. В., Жернова О. С., Козлова О. І.]. Вид. 2-ге (змін. і доповн.) / за ред. д-рів с.-г. н., проф. В. О. Забалуєва та В. В. Дегтярьова. Харків : Стиль-издат, 2017. 348 с.
 14. 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>.
 15. Rodgers Kabenomuhangi Regenerative Agriculture and Soil Health: Enhancing Biodiversity through Sustainable Farming Practices. September 2024 *International Journal of Research Publication and Reviews* 5(9):3203–3215 DOI:10.55248/gengpi.5.0924.2678.