

ВІД СТЕРНІ ДО ЗДОРОВОГО ҐРУНТУ: РОЛЬ БІОДЕСТРУКТОРІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-4151-0299

Миколаївський національний аграрний університет

ПАВЛОВ В.О. – здобувач наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0005-2159-2257

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. У сучасному сільському господарстві зростає усвідомлення важливості сталого управління агроecosystemами, що включає не лише підвищення продуктивності, але й збереження родючості ґрунтів. Однією з ключових проблем, що стоять перед агрономами та фермерами, є ефективне управління залишками рослин, зокрема стернею, після збору врожаю. Неправильне або недостатнє розкладання рослинних залишків може призвести до накопичення шкідливих речовин у ґрунті, розвитку патогенних мікроорганізмів та погіршення загальної родючості ґрунтів.

Традиційні методи використання стерні, такі як спалювання або механічне подрібнення, часто виявляються недостатньо ефективними для забезпечення швидкого та повного розкладання органічних залишків. Це, в свою чергу, негативно впливає на біологічну активність ґрунту, веде до втрати поживних речовин і зниження врожайності наступних культур, які вирощують після зернових колосових.

У цьому контексті біодеструктори – спеціалізовані препарати, що містять корисні мікроорганізми, здатні прискорювати процеси розкладання органічних решток – стають перспективним рішенням. Однак, незважаючи на їх потенціал, дослідження щодо ефективності та екологічної безпеки біодеструкторів стерні залишаються недостатньо розробленими та дослідженими. Це викликає потребу в систематичному вивченні їх впливу на процеси розкладання рослинних залишків, поліпшення структури і родючості ґрунту, а також на загальну продуктивність сільськогосподарських культур.

Таким чином, актуальність даної проблеми полягає у необхідності оцінки ролі біодеструкторів у процесах утворення гумусу та покращення агрономічних, агрофізичних та інших показників, що може стати основою для розробки нових стратегій сталого сільського господарства.

Мета статті – огляд та узагальнення літератури щодо ефективності застосування біодеструкторів у сучасних агротехнологіях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стерня – являє собою рештки рослин, які залишаються після збирання основного врожаю. Вона може чинити як позитивний, так і негативний вплив на агроecosystemи. Одним із способів доцільного управління стернею є використання біодеструкторів – мікроорганізмів, які прискорюють розкладання органічних залишків. Біодеструктори – це живі організми, переважно бактерії, гриби та інші мікроорганізми, які здатні розкласти органічні речовини, покращуючи тим самим родючість ґрунтів і підвищуючи продуктивність сільськогосподарських культур. (рис. 1). Вони можуть бути як природного походження, так і штучно створеними для конкретних цілей.

Розкладання залишків рослин залежить, перш за все, від їхньої загальної біомаси та кліматичних умов, таких як вологість і температура [1, 2]. Використання хімічних засобів у сучасних агротехнологіях негативно впливає на активність корисної мікрофлори, що, в свою чергу, уповільнює процеси розкладання рослинних залишків. Це призводить до накопичення в ґрунті лігніну та фенолів, які гальмують ріст культурних рослин, затримують

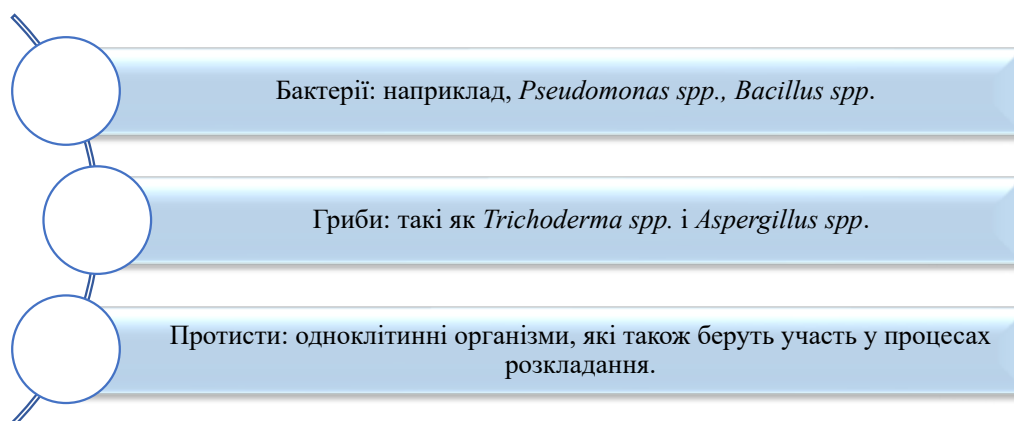


Рис. 1. Основні типи біодеструкторів

мінералізацію органічних речовин і знижують родючість ґрунту. Крім того, фітопатогенні гриби та бактерії, що залишаються на рослинних рештках, можуть проникати в рослини, викликаючи різні захворювання, що в кінцевому підсумку призводить до зниження врожайності. Використання біодеструкторів сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту [3-6]. Мікроорганізми розкладають органічні залишки, що сприяє утворенню більшої кількості гумусу – важливого компонента родючого ґрунту. Гумус, в свою чергу, покращує водоутримуючу здатність ґрунту, його аерацію та забезпечує рослини необхідними елементами живлення [7-11].

Дослідженнями визначено, що застосування біодеструкторів суттєво прискорює розкладання стерні. Наприклад, у роботі Іванова та ін. (2022) [12] повідомлялося, що за використання спеціалізованих препаратів на основі бактерій та грибів термін розкладання стерні зменшився на 30-50% порівняно з традиційними методами заробки. Отримані результати досліджень [13] свідчать про позитивний вплив біодеструктору стерні на мікробіологічні показники ґрунту на початковому етапі розкладу органічної маси. Найкраще у дослідженнях авторів це відбувалося в умовах полицевого обробітку при застосуванні розрахункової дози добрив. Петренко та Коваленко (2023) [14] визначили, що біодеструктори не лише прискорюють процеси розкладання, але й сприяють поліпшенню структури ґрунту, збільшуючи його аерацію та водопроникність.

Біодеструктори, завдяки своїм властивостям, можуть суттєво знижувати ризик розвитку патогенних мікроорганізмів у ґрунті. Вони сприяють формуванню конкурентного середовища між корисними і шкідливими мікроорганізмами, що, в свою чергу, сприяє зменшенню кількості хвороботворних бактерій і грибів. Це позитивно впливає на ростові процеси рослин, оскільки зменшує ймовірність захворювань та покращує загальний стан рослинних організмів [15, 16].

Дослідженнями визначено, що використання біодеструкторів може не тільки підвищити мікробіологічну активність ґрунту, але й сприяти збільшенню біорізноманіття, що є важливим фактором для підтримання екосистемної рівноваги [17]. Застосування таких препаратів може стати ефективним способом управління ґрунтовою мікрофлорою, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення врожайності сільськогосподарських культур [18-20].

Використання біодеструкторів є екологічно безпечним заходом управління заробки соломи стерні та інших рослинних залишків. На відміну від хімічних засобів, які можуть забруднювати довкілля, біодеструктори сприяють природному процесу розкладання без негативного впливу на екосистему. Гриценко (2023) [21] акцентує увагу на екологічній безпеці біодеструкторів, зазначаючи, що вони не містять токсичних речовин і не шкодять корисним організмам. Це засвідчує доцільність їх використання в органічному землеробстві.

Розкладання стерні та рослинних залишків за допомогою біодеструкторів може суттєво зменшити викиди CO₂ і метану в атмосферу. Використання цих препаратів активізує діяльність мікроорганізмів, які ефективно

використовують залишки рослин для свого розвитку. В процесі розкладу органічні залишки перетворюються на нові сполуки, що знижує кількість парникових газів, які вивільняються в атмосферу [22].

Дослідженнями визначено, що активне використання біодеструкторів не лише сприяє покращенню якості ґрунту, але й зменшує викиди метану, які є наслідком анаеробного розкладу органічних матеріалів [23]. Цей процес є важливим для боротьби з глобальним потеплінням, адже зменшення викидів парникових газів має критичне значення для стабілізації клімату [24].

Використання біодеструкторів в агроекосистемах може суттєво підтримувати і підвищувати біорізноманіття. Ці препарати активізують діяльність корисних мікроорганізмів, що, у свою чергу, створює сприятливі умови для розвитку інших організмів, таких як гриби, бактерії та безхребетні [25]. Завдяки розкладу органічних залишків, біодеструктори сприяють утворенню гумусу, що покращує структуру ґрунту та його родючість, що є важливим фактором для підтримки різноманіття видів [26].

Дослідженнями встановлено, що підвищення біорізноманіття в агроекосистемах не лише сприяє стабільності екосистеми, але й підвищує її продуктивність та стійкість до шкідників і хвороб [27]. Використання біодеструкторів може також бути ефективним у відновленні деградованих земель, створюючи умови для відтворення природних екосистем і збільшення кількості корисних видів мікробіоти [28].

Впровадження біодеструкторів у практику сільського господарства може суттєво знизити витрати на добрива та пестициди. Використання цих препаратів сприяє активізації корисних мікроорганізмів у ґрунті, що, в свою чергу, покращує його структуру та підвищує вміст гумусу [25, 29-32]. Родючий ґрунт з високим вмістом гумусу має більшу здатність утримувати вологу та поживні речовини, що дозволяє зменшити залежність від зовнішніх ресурсів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [26].

Дослідженнями визначено, що оптимізація складу ґрунту внаслідок використання біодеструкторів може зменшити потребу в хімічних добривах до 30-50% [27]. Це не лише знижує витрати для виробництва, але й позитивно впливає на екологічну ситуацію, зменшуючи ризики забруднення навколишнього середовища [28]. Таким чином, впровадження біодеструкторів не лише економічно вигідне, але й екологічно обґрунтоване рішення для сучасного сільського господарства.

Дослідженнями Левченка (2022) [33] визначено, що інвестиції в біодеструктори окупуються завдяки зростанню врожайності культур на 20-30%. Це засвідчує економічну доцільність впровадження таких технологій у виробництво [34, 35].

Таким чином, вивчення ефективності біодеструкторів, визначення їх екологічної безпеки та впливу на процеси утворення ґрунту є важливими завданнями сучасної агрономії та викликає інтерес у широкого кола дослідників.

Висновки. Біодеструктори стерні відіграють важливу роль у сучасному сільському господарстві, забезпечу-

ючи не лише покращення родючості ґрунтів, але й позитивний вплив на екологію та економіку. Використання цих мікроорганізмів може стати ключовим елементом у переході до сталого агровиробництва, що відповідає вимогам сучасності та потребам майбутніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фітосанітарний стан та врожайність гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 26–32. DOI <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2020.3.5>
2. Ефективність використання деструкторів целюлози для оптимізації факторів життя рослин соняшника / Домарацький Є., Базалій В., Козлова О., Домарацький О. *Техніка і технології АПК*. 2020. № 1 (114). С. 18–21.
3. Mondaca P., Celis-Diez J. L., Díaz-Siefer P. et al. Effects of sustainable agricultural practices on soil microbial diversity, composition, and functions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2024. № 370. P. 109053.
4. Khanam M., Kabir M. H., Akter M. et al. Role of Microorganisms in Soil Health Management. In *Climate Change and Soil-Water-Plant Nexus: Agriculture and Environment*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. Pp. 223–263.
5. Mohamed H. I., Sofy M. R., Almoneafy A. A. et al. Role of microorganisms in managing soil fertility and plant nutrition in sustainable agriculture. *Plant growth-promoting microbes for sustainable biotic and abiotic stress management*. 2021. P. 93–114.
6. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 123–129. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16>
7. Ресурсоощадні заходи поліпшення родючості ґрунту та збільшення продуктивності рослин шляхом використання соломи / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Бакланова Т. В., Сидякіна О. В. *Scientific multidisciplinary monograph «Science in the context of innovative changes»*. 2024. С. 230–251.
8. Gamajunova V. Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation / Dent D., Dmytruk Yu. (Eds.). *Soil Science Working for a Living: Applications of soil science to present-day problems*. Switzerland: Springer International Publishing, 2017. Pp. 159–166. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45417-7>
9. Панфілова А. В., Белов Я. В. Поживний режим ґрунту залежно від деструктора Екостерн Класичний та способу основного обробітку ґрунту. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 60–65. DOI <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2022.16.10>
10. Коваленко А., Коваленко О., Пілярський В. Вплив деструкторів на мінералізацію рослинних решток культур сівозміни та біологічну активність темно-каштанового ґрунту Степової зони за різних систем його обробітку. *Аграрні інновації*. 2020. № 2. С. 40–55. DOI <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2020.2.8>
11. Гамаюнова В. В., Нагорна О. В., Панфілова А. В. Вплив біодеструктору стерні на поживний режим ґрунту. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. Серія: сільськогосподарські науки. 2012. Випуск 6 (68). С. 17–22.
12. Іванов А., Петрова О., Сидоренко В. Екологічні аспекти використання біодеструкторів у сільському господарстві. *Журнал агрономії*. 2022. № 15(3). С. 45–52.
13. Гамаюнова В. В. та ін. Вплив біодеструктора стерні на мікробіологічні показники ґрунту після ячменю ярого залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. *Вісник ВНАУ*. 2011. № 7(47). С. 7–11.
14. Петренко І., Коваленко Л. Вплив біодеструкторів на агрономічні властивості ґрунтів. *Аграрна наука*. 2023. № 22(1). С. 67–74.
15. Smith J., Brown A., Green T. The Role of Soil Microorganisms in Plant Health. *Journal of Soil Science*. 2020. № 45(3). Pp. 145–158.
16. Johnson R., Lee K. Biodegraders: A New Approach to Soil Health. *Agricultural Research*. 2019. № 12(4). P. 234–240.
17. Garcia M., Patel S., Wong L. Impact of Soil Amendments on Microbial Diversity. *Soil Biology Biochemistry*. 2021. № 56(2). P. 89–95.
18. Miller D., Thompson R. Enhancing Crop Yields through Soil Microbial Management. *Crop Science Journal*. 2022. № 60(1). P. 77–85.
19. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. № 3. С. 18–25. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02>
20. Сендецький В. М. Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. *Таврійський науковий вісник*. № 105. 2019. С. 147–154.
21. Гриценко Т. Біодеструктори: екологічні переваги та практичне застосування. *Екологія та сільське господарство*. 2023. № 18(4). С. 12–19.
22. Smith J., Johnson R. Impact of Soil Microorganisms on Carbon Emissions. *Environmental Science Journal*. 2020. № 34(5). P. 345–360.
23. Garcia M., Patel S., Wong L. Biodegradation and Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Management*. 2021. № 50(2). P. 112–120.
24. Miller D., Thompson R. Strategies for Reducing Methane Emissions in Agriculture. *Agricultural Sustainability Review*. 2022. № 15(1). P. 67–75.
25. Jones A., Smith L., Brown T. Enhancing Soil Biodiversity with Biodegraders. *Soil Ecology Letters*. 2021. № 18(3). P. 145–158.
26. Williams R., Green P. The Role of Organic Matter in Soil Biodiversity. *Journal of Agricultural Science*. 2020. № 12(4). P. 234–245.
27. Thompson J., Miller D., Patel S. Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. *Ecological Applications*. 2022. № 32(6), e2543.
28. Anderson K., Lee H. Restoration of Degraded Lands through Microbial Diversity. *Environmental Restoration Journal*. 2021. № 29(2). P. 99–110.
29. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату / Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В., Коваленко О.А., Пилипенко Т.В. *Наукові горизонти*. 2020. № 2(87). С. 89–101.
30. Овчарук В. В. Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту. *Dynamics of the development of world science*. Vancouver, Canada. 2020. № 9. P. 781–788.

31. Ovcharuk V. Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. *The scientific heritage*. 2020. № 49. P. 4–7.
32. Центило Л. В., Сендецький В. М. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. № 2 (42). Т. 1. С. 93–99.
33. Левченко О. Економічна ефективність використання біодеструкторів у сільському господарстві. *Фінанси та агробізнес*. 2022. № 10(2). P. 34–41.
34. Dudchenko V., Markovska O., Sydiakina O. Soybean productivity in rice crop rotation depending on the Impact of biodestructor on post-harvest rice residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021. Vol. 22, iss. 6. Pp. 114–121. DOI 10.12912/27197050/141466
35. Espolov T., Espolov A., Satanbekov N. et al. Economic Trend in Developing Sustainable Agriculture and Organic Farming. *International Journal of Sustainable Development & Planning*. 2023. 18(6). P. 478–487. DOI: <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180624>
- REFERENCES:**
- Zhuikov, O.H., & Burdiuh, O.O. (2020). Fitosanitarnyi stan ta vrozhaunist hibrydiv soniashnyka za riznykh rivniv biolohizatsii tekhnologii vyroshchuvannia [Phytosanitary status and yield of sunflower hybrids at different levels of biologization of growing technology]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 3, 26–32. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.5> [In Ukrainian].
 - Domaratskyi, Ye., Bazalii, V., & Kozlova, O., Domaratskyi, O. (2020). Efektyvnist vykorystannia destruktoriv tselulozy dlia optymizatsii faktoriv zhyt'tia roslyn soniashnyka [The effectiveness of the use of cellulose destructors to optimize the life factors of sunflower plants]. *Tekhnika i tekhnologii APK – Agricultural machinery and technologies*, 1(114), 18–21 [In Ukrainian].
 - Mondaca, P., Celis-Diez, J.L., Díaz-Siefer, P., Olmos-Moya, N., Montero-Silva, F., Molina, S., ... & Gaxiola, A. (2024). Effects of sustainable agricultural practices on soil microbial diversity, composition, and functions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 370, 109053.
 - Khanam, M., Kabir, M.H., Akter, M., Rahman, G.M., Rahman, M.M., Mina, K.K., & Alam, M.S. (2024). Role of Microorganisms in Soil Health Management. In *Climate Change and Soil-Water-Plant Nexus: Agriculture and Environment*. Singapore: Springer Nature Singapore, 223–263.
 - Mohamed, H.I., Sofy, M.R., Almoneafy, A.A., Abdelhamid, M.T., Basit, A., Sofy A.R., ... & Abou-El-Enain, M.M. (2021). Role of microorganisms in managing soil fertility and plant nutrition in sustainable agriculture. *Plant growth-promoting microbes for sustainable biotic and abiotic stress management*, 93–114.
 - Sydiakina, O.V. (2021). Efektyvnist biodestruktoriv u suchasnykh ahrotekhnolohiakh [Effectiveness of biodestructors in modern agricultural technologies]. *Tavriiskyi naukovyivisnyk – Taurian Scientific Herald*, 119, 123–129. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16> [In Ukrainian].
 - Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Kovalenko, O.A., Baklanova, T.V., & Sydiakina, O.V. (2024). Resursooshchadni zakhody polipshennia rodiuchosti hruntu ta zbilshennia produktyvnosti roslyn shliakhom vykorystannia solomy [Resource-saving measures to improve soil fertility and increase plant productivity by using straw]. *Scientific multidisciplinary monograph «Science in the context of innovative changes»*, 230–251 [in Ukrainian].
 - Gamajunova, V. (2017). Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. Dent D. & Dmytruk Yu. (Eds.). In *Soil Science Working for a Living: Applications of soil science to present-day problems Switzerland: Springer International Publishing*, 159–166. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45417-7>
 - Panfilova, A.V., & Bielov, Ya.V. (2022). Pozhyvnyi rezhym gruntu zalezho vid destruktoriv Ekostern Klasychnyi ta sposobu osnovnoho obrobitku gruntu [Nutrient mode of the soil depending on the Ecostern Classic destructor and the method of the main soil cultivation]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, (16), 60–65. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.10> [in Ukrainian].
 - Kovalenko, A., Kovalenko, O., & Piliarskyi, V. (2020). Vplyv destruktoriv na mineralizatsiiu roslynnykh reshtok kultur sivozminy ta biolohichnu aktyvnist temno-kashtanovoho gruntu Stepvovoi zony za riznykh system yoho obrobitku [The influence of destructors on the mineralization of plant residues of crop rotation and biological activity of the dark chestnut soil of the Steppe zone under different systems of its cultivation]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, (2), 40–55. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.8> [in Ukrainian].
 - Hamayunova, V.V., Nahorna, O.V., & Panfilova, A.V. (2012). Vplyv biodestruktoru sterna na pozhyvnyi rezhym gruntu [The influence of the stubble biodestructor on the nutrient regime of the soil]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU. Seriya: silskohospodarski nauky – Collection of scientific works of Vinnytsia National University of Science and Technology. Series: agricultural sciences*, 6 (68), 17–22 [in Ukrainian].
 - Ivanov, A., Petrova, O., & Sydorenko, V. (2022). Ekolohichni aspekty vykorystannia biodestruktoriv u silskomu gospodarstvi [Ecological aspects of the use of biodestructors in agriculture]. *Zhurnal ahronomii – Journal of agronomy*, 15(3), 45–52 [in Ukrainian].
 - Hamayunova, V.V., et al. (2011). Vplyv biodestruktoru sterna na mikrobiolohichni pokaznyky hruntu pislia yachmeniu yaroho zalezho vid system obrobitku hruntu ta udobrennia [The influence of the stubble biodestructor on the microbiological parameters of the soil after spring barley depending on the tillage and fertilization systems]. *Visnyk VNAU – Bulletin of VNAU*, 7(47), 7–11 [in Ukrainian].
 - Petrenko, I., & Kovalenko, L. (2023). Vplyv biodestruktoriv na ahronomichni vlastyvoli gruntiv [The influence of biodestructors on the agronomic properties of soils]. *Ahrarna nauka – Agrarian science*, 22(1), 67–74 [in Ukrainian].
 - Smith, J., Brown, A., & Green, T. (2020). The Role of Soil Microorganisms in Plant Health. *Journal of Soil Science*, 45(3), 145–158.
 - Johnson, R., & Lee, K. (2019). Biodegraders: A New Approach to Soil Health. *Agricultural Research*, 12(4), 234–240.
 - Garcia, M., Patel, S., & Wong, L. (2021). Impact of Soil Amendments on Microbial Diversity. *Soil Biology Biochemistry*, 56(2), 89–95.

18. Miller, D., & Thompson, R. (2022). Enhancing Crop Yields through Soil Microbial Management. *Crop Science Journal*, 60(1), 77–85.
19. Panfilova, A.V., Hamaiunova, V.V., & Drobotko, A.V. (2019). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednyka ta biodestruktoru sterni [Yield of winter wheat depending on the precursor and stubble biodestructor]. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 18–25. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02> [in Ukrainian].
20. Sendetskyi, V.M. (2019). Urozhainist ta yakisni pokaznyky zerna kukurudzy za sumisnoho zastosuvannya solomy ta syderativ [Yield and quality indicators of corn grain with the combined use of straw and siderates]. *Tavriyskiy naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, 105, 147–154 [in Ukrainian].
21. Hrytsenko, T. (2023). Biodestruktory: ekolohichni perevahy ta praktychne zastosuvannya [Biodestructors: ecological advantages and practical application]. *Ekolohiia ta silske hospodarstvo – Ecology and agriculture*, 18(4), 12–19 [in Ukrainian].
22. Smith, J., & Johnson, R. (2020). Impact of Soil Microorganisms on Carbon Emissions. *Environmental Science Journal*, 34(5), 345–360.
23. Garcia, M., Patel, S., & Wong, L. (2021). Biodegradation and Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Management*, 50(2), 112–120.
24. Miller, D., & Thompson, R. (2022). Strategies for Reducing Methane Emissions in Agriculture. *Agricultural Sustainability Review*, 15(1), 67–75.
25. Jones, A., Smith, L., & Brown, T. (2021). Enhancing Soil Biodiversity with Biodegraders. *Soil Ecology Letters*, 18(3), 145–158.
26. Williams, R., & Green, P. (2020). The Role of Organic Matter in Soil Biodiversity. *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 234–245.
27. Thompson, J., Miller, D., & Patel, S. (2022). Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. *Ecological Applications*, 32(6), e2543.
28. Anderson, K., & Lee, H. (2021). Restoration of Degraded Lands through Microbial Diversity. *Environmental Restoration Journal*, 29(2), 99–110.
29. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., Kovalenko, O.A., & Pylypenko, T.V. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannya mineralnykh dobriv za zberezhenia hruntovoi rodulichosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to the application of mineral fertilizers for the preservation of soil fertility in conditions of climate change]. *Scientific horizons*, 2(87), 89–101 [in Ukrainian].
30. Ovcharuk, V.V. (2020). Pobichna produktsiia roslinnytva – alternatyva popovnennia orhanichnoi rechovyiny hruntu [Crop production by-products are an alternative to replenishing soil organic matter]. *Dynamics of the development of world science*. Vancouver, Canada. № 9, 781–788 [in Ukrainian].
31. Ovcharuk, V. (2020). Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. *The scientific heritage*, 49, 4–7.
32. Tsentylo, L.V., & Sendetskyi, V.M. (2014). Biolohichna efektyvnist vykorystannya biodestruktoriv [Biological effectiveness of the use of biodestructors]. *Visnyk ZhNAEU – Bulletin of ZhNAEU*, 2 (42), 1, 93–99 [in Ukrainian].
33. Levchenko, O. (2022). Ekonomichna efektyvnist vykorystannya biodestruktoriv u silskomu hospodarstvi [Economic efficiency of the use of biodestructors in agriculture]. *Finansy ta ahrobyznes – Finance and agribusiness*, 10(2), 34–41 [in Ukrainian].
34. Dudchenko, V., Markovska, O., & Sydiakina, O. (2021). Soybean productivity in rice crop rotation depending on the Impact of biodestructor on post-harvest rice residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, Vol. 22, iss. 6, 114–121. DOI 10.12912/27197050/141466
35. Espolov, T., Espolov, A., Satanbekov, N., Tireuov, K., Mukash, J., & Suleimenov, Z. (2023). Economic Trend in Developing Sustainable Agriculture and Organic Farming. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 18(6), 478–487. DOI: 10.18502/kl.v4i14.5635

Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Від стерні до здорового ґрунту: роль біодеструкторів у сільському господарстві

Стаття присвячена дослідженню ефективного використання стерні та залишків рослин після збору врожаю на агроєкосистемах та можливостям управління цими залишками за допомогою біодеструкторів. Біодеструктори, представлені мікроорганізмами, такими як бактерії та гриби, сприяють розкладанню органічних решток, покращуючи родючість ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур. **Мета.** Визначення залежності процесу розкладання від біомаси стерні та кліматичних умов, а також негативний вплив хімічних засобів на корисну мікрофлору ґрунту. **Результати.** Дослідженнями обґрунтовано, що застосування біодеструкторів може зменшити тривалість розкладання стерні, соломи та інших рослинних залишків на 30-50%, покращити фізичні властивості ґрунту, зменшити ризик розвитку патогенних мікроорганізмів і підвищити біорізноманіття. Біодеструктори є екологічно безпечними, оскільки не містять токсичних речовин і не завдають шкоди корисним організмам, що робить їх особливо привабливими для органічного землеробства. Таким чином, використання біодеструкторів є ефективним заходом заробки рослинних залишків, що позитивно впливає на ростові процеси рослин і загальну продуктивність агроєкосистем. У статті розглядається вплив біодеструкторів на процес розкладу стерні та їх роль у зменшенні викидів парникових газів, зокрема CO₂ і метану, в атмосферу. Використання цих препаратів активізує діяльність корисних мікроорганізмів, що сприяє ефективному перетворенню органічних залишків на нові сполуки, зменшуючи кількість викидів, пов'язаних з анаеробним розкладом. Дослідженнями обґрунтовано, що біодеструктори не лише покращують якість ґрунту, але й підтримують біорізноманіття, створюючи сприятливі умови для розвитку різних організмів. Вони сприяють утворенню гумусу, що покращує структуру ґрунту та його родючість, підвищуючи стабільність агроєкосистеми та її продуктивність. Крім того, впровадження біодеструкторів дозволяє знизити витрати на добрива та пестициди, що робить їх економічно вигідними для виробництва. Дослідження також вказують на позитивний вплив біодеструкторів на відновлення деградованих земель і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. **Висновок.** Використання біодеструкторів є важливим кроком у напрямку еколо-

гічної стійкості та економічної ефективності сучасного сільського господарства.

Ключові слова: біодеструктори, органічні залишки, мікроорганізми, родючість ґрунту, гумус, розкладання, екологічна безпека, мікробіологічна активність, водоутримуюча здатність, аерація ґрунту, стійкість агро-екосистеми, екосистемна рівновага, органічне землеробство, зменшення викидів парникових газів.

Hamaiunova V.V., Pavlov V.O. From stubble to healthy soil: the role of biodestructors in agriculture

The article studies the effective use of stubble and plant residues after harvest in agroecosystems and the possibilities of managing these residues using biodestructors. Biodestructors, represented by microorganisms such as bacteria and fungi, facilitate the decomposition of organic residues, improving soil fertility and agricultural crop productivity. **Purpose.** The study examines the dependence of the decomposition process on stubble biomass and climatic conditions, as well as the negative impact of chemical agents on beneficial soil microflora. **Results.** Research indicates that applying biodestructors can reduce the duration of stubble, straw, and other plant residue decomposition by 30-50%, enhance the physical properties of the soil, decrease the risk of pathogenic microorganisms' development, and increase biodiversity. Biodestructors are environmentally safe, as they do not contain toxic substances and do not harm beneficial organisms, making them particularly attractive for

organic farming. Thus, using biodestructors is an effective measure for managing plant residues, positively influencing plant growth processes and the overall productivity of agroecosystems. The article discusses the impact of biodestructors on the stubble decomposition process and their role in reducing greenhouse gas emissions, mainly CO₂ and methane, into the atmosphere. Using these products activates beneficial microorganisms' activity, promoting the effective transformation of organic residues into new compounds, thereby reducing emissions associated with anaerobic decomposition. Research supports that biodestructors improve soil quality and biodiversity by creating favorable conditions for the development of various organisms. They contribute to humus formation, enhancing soil structure and fertility, thereby increasing the stability and productivity of agroecosystems. Furthermore, the implementation of biodestructors allows for a reduction in fertilizer and pesticide costs, making them economically advantageous for production. Studies also indicate a positive impact of biodestructors on the restoration of degraded lands and increased agricultural crop yields. **Conclusions.** Thus, the use of biodestructors is an important step towards ecological sustainability and economic efficiency in modern agriculture.

Key words: biodestructors, organic residues, microorganisms, soil fertility, humus, decomposition, ecological safety, microbial activity, water retention capacity, soil aeration, resilience of agroecosystems, ecosystem balance, organic farming, reduction of greenhouse gas emissions.