



original article | UDC 631.45 | doi: 10.31210/visnyk2021.03.13

MICROBIOLOGICAL ASPECT OF ECOLOGICAL BIOTECHNOLOGY OF APPLYING
“RADOROD” BIOLOGICAL PREPARATION IN THE AGRARIAN SPHERE



A. V. Pasenko*

S. V. Dihtyar

O. A. Sakun

O. O. Nykyforova

I. I. Tsymbal

ORCID  [0000-0003-1108-0408](https://orcid.org/0000-0003-1108-0408)ORCID  [0000-0002-6872-2865](https://orcid.org/0000-0002-6872-2865)ORCID  [0000-0003-1573-4333](https://orcid.org/0000-0003-1573-4333)Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
20, Pershotravneva St., Kremenchuk, 39600, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: pasenko2000@ukr.net

How to Cite

Pasenko, A. V., Dihtyar, S. V., Sakun, O. A., Nykyforova, O. O., & Tsymbal, I. I. (2021). Microbiological aspect of ecological biotechnology of applying “Radorod” biological preparation in the agrarian sphere. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 110–117. doi: 10.31210/visnyk2021.03.13

In agro-technologies, a promising way to increase soil fertility and intensify plant production is the use of certain biochemically active strains of microorganisms that provide humification of the organic component of plant residues in situ. There is a line of “Radorod” bio-fertilizers, different modifications of the fertilizer are used depending on agro conditions and the grown crop. The paper investigates the effectiveness of applying “Radorod PZ” biological preparation, which contains microorganisms-destroyers accelerating the mineralization of complex organic compounds and, thus, increasing soil fertility. Soil samples were taken for the bio-fertilizer treatment: common chernozem (black soil) and podzolized (bleached) chernozem. The study of soil micro-biocenosis after treatment with “Radorod PZ” preparation was carried out by studying the micro-landscapes of soil samples using the method of fouling glasses by M. G. Kholodny. The study of the total number of aerobic mesophiles and colonies’ culture characteristics of microorganisms of the microbial cenosis of the studied soil samples was conducted after sowing microbiota on the nutrient medium of MPA by microscopic examination. The dominant group of microorganisms of Actinobacteria class in the mixed culture of the soil microbiota after applying “Radorod PZ” was determined by culture characteristics. In case of adding the biological preparation to the common chernozem, there was an increase in the percentage of Actinobacteria class representatives from the total amount of soil microbiota by 14 %, and when adding to podsolized chernozem – by 4 %. The difference in the content of microorganisms in soils of different genesis is explained by the dominance of Actinobacteria in environments enriched with plant residues. Podzolized hernozem is poor in humic substances, so the development of actinomycetes is somewhat slowed down. Actinobacteria have a powerful enzyme complex, and they are active bio-destroyers. It is recommended to use “Radorod PZ” bio-preparation to increase soil biological activity. The use of “Radorod PZ” bio-preparation to accelerate the process of mineralization of organic waste from agricultural production – plant residues in the field in situ is promising. The paper substantiates the application of “Radorod PZ” as a bio-agent of ecological biotechnology to restore soil fertility, increase crop growing productivity and maintain the environmental balance of agro-ecosystems.

Key words: agro-industrial complex, soil, ecological biotechnology, fertilizer, “Radorod” bio- preparation, microorganisms, Actinobacteria.

МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ «РАДОРД» В АГРОСФЕРІ

А. В. Пасенко, С. В. Дігтяр, О. А. Сакун, О. О. Никифорова, І. І. Цимбал

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

*В агротехнологіях перспективним способом підвищення родючості ґрунтів та інтенсифікації рослинного виробництва є застосування певних біохімічно активних штамів мікроорганізмів, що забезпечують гуміфікацію органічного складника рослинних залишків в умовах *in situ*. Існує лінійка біодобрив «Радорд», різні його модифікації використовують залежно від агроумов та вирощуваної культури. У роботі досліджено ефективність застосування біопрепарату «Радорд ПЗ», що містить мікроорганізми-деструктори, які прискорюють мінералізацію складних органічних сполук і таким чином підвищують родючість ґрунту. Для обробки біодобривом були відібрані проби ґрунтів: чорнозему звичайного та чорнозему опідзоленого. Дослідження мікробоценозу ґрунтів після обробки препаратом «Радорд ПЗ» проводили шляхом вивчення мікропейзажів ґрунтових зразків із застосуванням методу стекол обростання за М. Г. Холодним. Вивчення загальної кількості аеробних мезофілів та культуральних ознак колоній мікроорганізмів мікробоценозу дослідних зразків ґрунту проводили після посіву мікробіоти на поживне середовище МПА методом мікроскопічного дослідження. За культуральними ознаками визначено домінуючу групу мікроорганізмів класу *Actinobacteria* у змішаній культурі ґрунтової мікробіоти після застосування «Радорд ПЗ». У разі додавання біопрепарату в чорнозем звичайний спостерігається збільшення відсотку представників класу *Actinobacteria* від загальної кількості ґрунтової мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %. Відмінність вмісту мікроорганізмів у ґрунтах різного генезису пояснюється домінуванням *Actinobacteria* у середовищах, збагачених залишками рослинного походження. Чорнозем опідзолений збіднений на гуміновий складник, тому динаміка розвитку актиноміцетів децю уповільнена. *Actinobacteria* мають потужний ферментний комплекс, є активними біодеструкторами. Рекомендовано використання біопрепарату «Радорд ПЗ» для підвищення біологічної активності ґрунту. Перспективним є застосування біопрепарату «Радорд ПЗ» для прискорення процесу мінералізації органічних відходів агровиробництва – рослинних залишків у польових умовах *in situ*. У роботі обґрунтовано застосування «Радорд ПЗ» як біоагенту екологічної біотехнології з відновлення родючості ґрунтів, збільшення продуктивності рослинництва та підтримання екологічної рівноваги агроєкосистем.*

Ключові слова: агропромисловий комплекс, ґрунт, екологічна біотехнологія, добриво, біопрепарат, Радорд, мікроорганізми, *Actinobacteria*.

Вступ

В Україні внаслідок катастрофічного зменшення обсягів виробництва та внесення органічних добрив у виснажений екстенсивним землеробством ґрунтовий покрив щорічно зменшується родючість ґрунтів та відбувається деградація земель, при цьому використання традиційних ресурсів органічної сировини для удобрення недостатні для забезпечення бездефіцитного балансу ґрунтів [1–2]. Тому необхідно залучати додаткові резерви органічної сировини у сучасному землеробстві [3–4]. Але такі органічні відходи, як рослинні залишки потребують певного часу для їх біологічної деструкції й переведення їх у ґрунті в біодоступну форму [5–7]. У сучасних умовах розвитку агротехнологій перспективним способом інтенсифікації переробки рослинних відходів є застосування певних біохімічно активних штамів мікроорганізмів, що забезпечують гуміфікацію органічного складника рослинних залишків в умовах *in situ* [8–9]. Одним із стратегічних напрямів розвитку сучасного землеробства є використання штучно отриманих біологічних препаратів, що надасть змогу поступово відновлювати природний потенціал потужного земельного ресурсу країни й отримувати екологічно чисту продукцію рослинництва [10]. Важлива роль серед таких агрономічних засобів належить біопрепаратам, що містять мікроорганізми-деструктори [11–12]. Екологічно безпечні мікробіологічні біопрепарати використовується насамперед як стимулятори відновлення складу ґрунтової мікробіоти, препарати для збагачення та підвищення біодоступності органічного складника гумусового шару ґрунтових екосистем, а по-друге – як органічне добриво для підвищення врожайності сільськогосподарських культур [13–14]. Перспективним біопрепаратом агрономічної технології є біодобриво «Радорд ПЗ», що прискорює мінералізацію складних органічних сполук і таким чином підвищує родючість ґрунту.

Матеріали і методи досліджень

У дослідженнях як біодобрива застосовано біодинамічне органічне добриво «Радород ПЗ», яке визнано «Органік стандарт» згідно з Постановами Ради (ЄС) № 834/2007 та № 889/2008. Мікробіологічні дослідження щодо ефективності застосування біопрепарату «Радород ПЗ» як біодобрива в екологічній біотехнології з відновлення родючості ґрунту проведені в мікробіологічній лабораторії кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Для обробки біодобривом були відібрані проби ґрунтів [1], що переважають у ґрунтовому покриві Полтавської області: № 1 – чорнозем звичайний (с. Щербаки Кременчуцького району); № 2 – чорнозем опідзолений (с. Потоки Кременчуцького району). Дослідження впливу мікробоценозу біодинамічного препарату «Радород ПЗ» на ґрунтову мікробіоту шляхом вивчення мікропейзажів ґрунтових зразків проводили із застосуванням методу стекл обростання за М. Г. Холодним [15–16]. Після закінчення терміну експозиції у пробах ґрунтів (1 місяць) закладені стекла обростання видаляли й фарбували 1 %-м еритрозином та мікроскопіювали за вищезазначеним методом. Мікроскопічне дослідження зразків проводили з використанням методу світлопольної мікроскопії [15–16]. Для вивчення загальної кількості аеробних мезофілів, культуральних ознак колоній мікроорганізмів мікробоценозу дослідних зразків ґрунту проводили посів мікробіоти на поживне середовище МПА згідно із загальноприйнятим методом [15–16]. Здійснювали мікробіологічний посів на МПА рідкої фази ґрунтових розчинів дослідних і контрольних зразків. Визначали форму, колір, характер краю колоній мікроорганізмів. За культуральними ознаками вивчено домінуючу групу мікроорганізмів у змішаній культурі ґрунтової мікробіоти.

Результати досліджень та їх обговорення

Біодинамічне добриво «Радород ПЗ» – це концентрат води та колоїдної гуміфікованої речовини, яку виготовляють методом біологічної ферментації органічної сировини, відходів тваринництва (пташиного посліду, гною та підстилки великої рогатої худоби, свиней) з додаванням рослинної маси (тирси, соломи, торфу).

Біопрепарат «Радород» – це лінійка продуктів. Залежно від того, у яку пору року, на якому ґрунті та на якому етапі відбувається вирощування культури, використовують різні модифікації «Радород». Рідкі біодобрива – для внесення шляхом розпилення по поверхні ґрунту довкола культури або методом проколу ґрунту довкола коріння дерев (рис. 1). Сипкі біодобрива – для збагачення біогенними елементами ґрунту невеликих ґрунтових ділянок, ґрунтового субстрату теплиць для вирощування культур різного призначення.



Рис. 1. Біопрепарати «Радород»: а), б) – рідкий; в) – сипкий.

До хімічного складу препаратів «Радород» входять макро- і мікроелементи: Нітроген – 4,5 %; Фосфор – 2,5 %, Калій – 1,2 %; Кальцій – 1,7 %; Ферум – 2–3 %; гумус – 26,4 % та інші складники біопрепарату. рН біопрепарату становить 6,8–7,4. Проаналізувавши специфіку рекомендацій виробника щодо застосування біопрепарату «Радород ПЗ», його вплив на органічний складник ґрунту у роботі припустили можливість застосування вказаного біодобрива як ефективного біодеструктора органічних сполук, а саме рослинних залишків у ґрунті. При дозуванні дотримувалися рекомендацій виробника. Біохімічно активним складником виступає мікробоце-

ноз біопрепарату. Важливим наслідком застосування «Радород ПЗ» є очікувані позитивні зміни у якісному й кількісному складі ґрунтової мікробіоти. Тому було досліджено склад ґрунтового мікробіоценозу після застосування «Радород ПЗ» з використанням як контролю вихідних проб ґрунтів без обробки біопрепаратом. Найсучасніші молекулярно-біологічні методи дають змогу під час аналізу врахувати різні види ґрунтових мікроорганізмів. До групи методів екологічного спрямування з дослідження ґрунтової мікробіоти відносять класичну методику стекл обростання (Холодного М. Г.) [15–16], що дозволяє спостерігати формування і склад «мікробних пейзажів» у певному ґрунтовому середовищі. Розміщення досліджуваних стекл у ґрунт проводили на сьому добу після обробки біопрепаратом «Радород ПЗ» під овочеву культуру (Огірок *Lutoyar F1*). Після закінчення терміну експозиції (протягом 1-го місяця) стекла обростання видаляли з ґрунтового середовища та фарбували 1 %-м розчином еритрозину та мікроскопіювали відповідно за вищезазначеним методом (рис. 2).



Рис. 2. Процедура дослідження «мікрпейзаж» стекл обростання

При мікроскопіюванні «мікрпейзажів» відмічається наявність у змішаній культурі ґрунтового мікробіоценозу значної кількості представників класу *Actinobacteria*. Актиноміцети – мікроорганізми, які зовнішньо схожі на гриби, але на відміну від них утворюють лише псевдоміцелії (рис. 3), тому є відокремленою за походженням й властивостями групою бактерій [17].

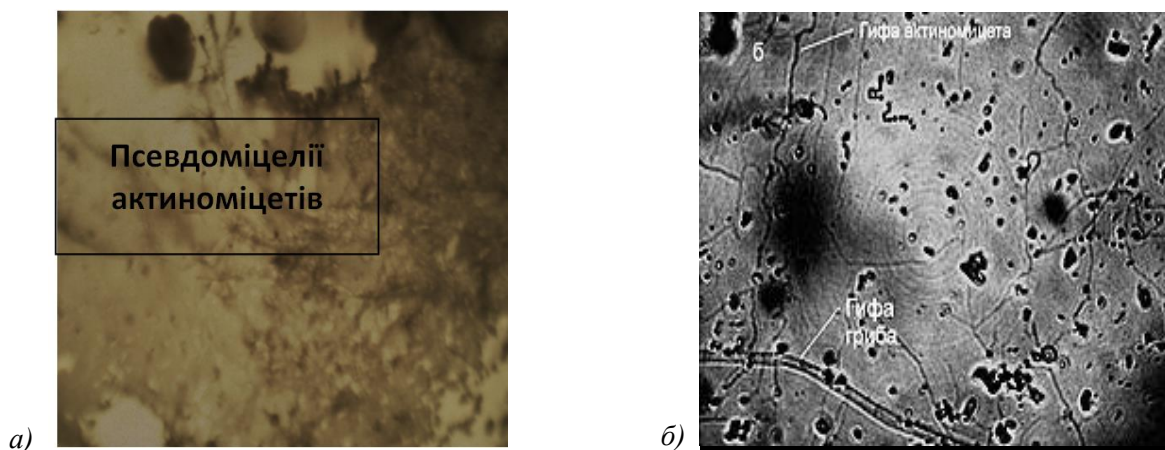


Рис. 3. «Мікрпейзаж» на стеклах обростання:

а) – «мікрпейзаж» дослідного ґрунту; б) – типовий «мікрпейзаж» [15–16].

Для вивчення культуральних ознак представників мікробіоценозу дослідних зразків ґрунту було проведено посів ґрунтових мікроорганізмів на поживне середовище МПА для отримання колоніальних форм. Для визначення змін у формуванні ґрунтового мікробіоценозу під впливом біодобрива на МПА засівали рідку фазу самого біопрепарату «Радород ПЗ», ґрунтові розчини дослідних і контрольних зразків ґрунту (рис. 4).



Рис. 4. Посів рідкої фази «Радород ПЗ» та ґрунтових розчинів на МПА

Після рекомендованого за методикою [15–16] певного часу культивування, а саме експозиції протягом 2–3 діб при 36 °С визначали домінуючі екологічні групи мікробоценозів, характерні ознаки колоній аеробних мезофільних мікроорганізмів: форму, колір, характер краю колоній із застосуванням методу світлопольної мікроскопії. У зразках було виявлено домінування певних угруповань мікроорганізмів (рис. 5).

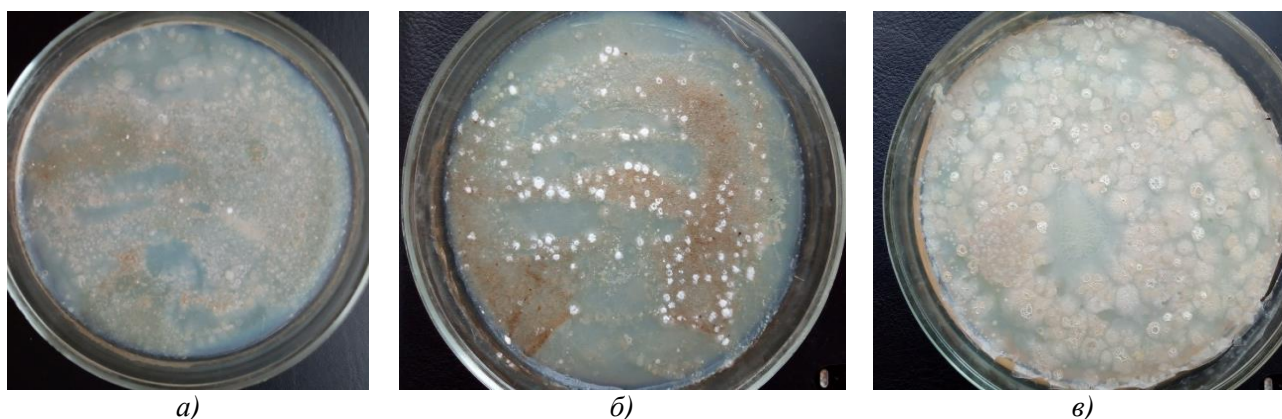


Рис. 5. Колонії мікроорганізмів у зразках:
 а) – рідка фаза біопрепарату «Радород ПЗ»; б) – ґрунтовий розчин ґрунту без обробки;
 в) – ґрунтовий розчин ґрунту після обробки «Радород ПЗ»

У пробі з ґрунтовим розчином ґрунту після додавання біопрепарату «Радород ПЗ» спостерігаємо серед мікроорганізмів переважання колоній актиноміцетів (рис. 6), а у пробі з контрольним ґрунтом без біопрепарату – крім колоній бактерій спостерігаємо значну кількість пліснявих грибів.

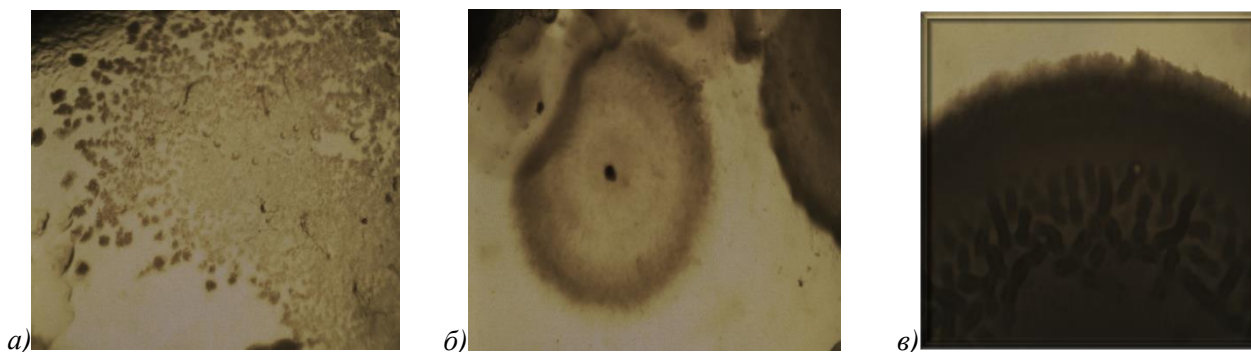


Рис. 6. Колонії актиноміцетів у дослідних зразках:
 а) – скупчення колоній, б) – молода колонія, в) – край колонії

Мікроскопічне вивчення характерних ознак колоній мікроорганізмів, формування їх псевдоміцелію у дослідних зразках проводили при збільшеннях 16×4 та 16×10 . Особливу увагу приділено вивченню колоній найбільш активних біодеструкторів рослинновмісної органіки і загалом процесу ґрунтоутворення – актиноміцетам. Відмічено характерні особливості розростання їхнього псевдоміцелію (рис. 7) [18].

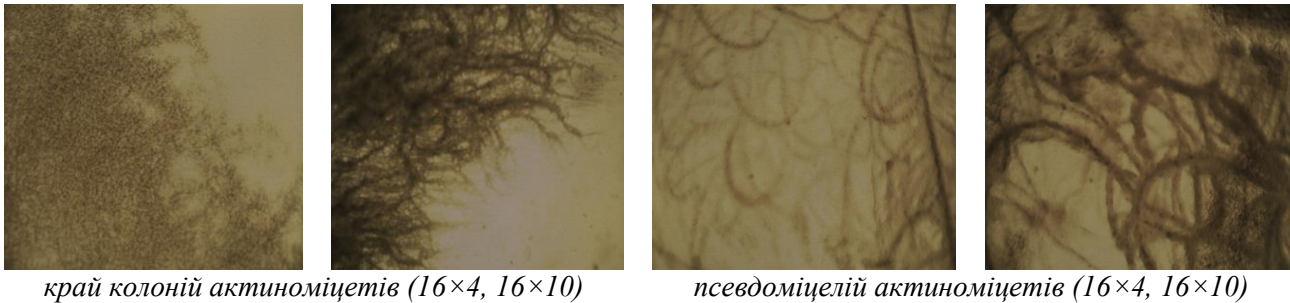


Рис. 7. Культуральні ознаки колоній актиноміцетів.

На щільному середовищі МПА у поверхневій культурі актиноміцетів виявлені три типові типи міцелію: субстратний, повітряний і надсубстратний. Колонії визначені як щільні, шкірясті, що міцно зростаються з середовищем, середньої величини 2–5 мм. Зовнішній вигляд колоній переважно складчастий із горбистою поверхнею.

За результатами експерименту підтверджено присутність значної кількості клітин біохімічно активних мікроорганізмів – актиноміцетів як біодеструкторів у складі «Радород ПЗ» (рис. 8), які прискорюють процес розкладання рослинних залишків у ґрунті, таким чином активно беручи участь у процесі ґрунтоутворення та формування родючості ґрунту. Актиноміцети мають багатий ферментативний апарат, що дає змогу їм мінералізувати важкорозчинні органічні речовини. Крім цього, їм притаманна здатність утворювати антибіотики, що відіграє важливу роль у підтримці біологічної рівноваги у ґрунтах [19–20].

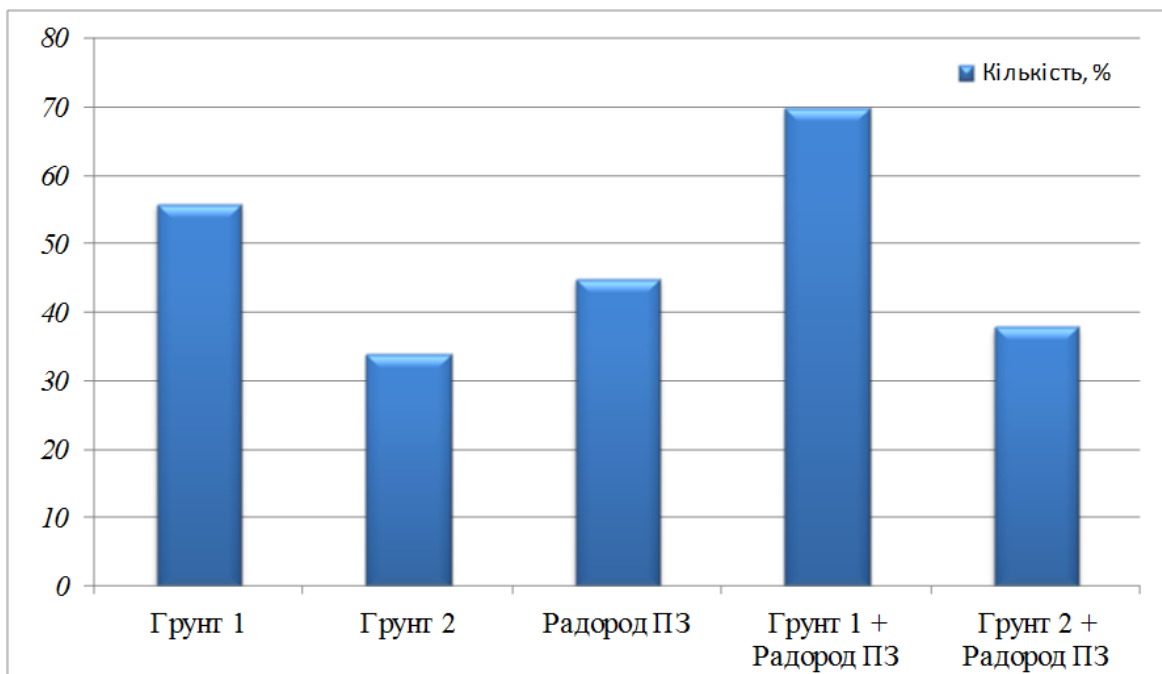


Рис. 8. Мікроорганізми класу *Actinobacteria* у дослідних пробах

За результатами експерименту встановлено, що додавання біодобрива «Радород ПЗ» у чорнозем звичайний збільшує відсоток ґрунтових мікроорганізмів класу *Actinobacteria* від загальної кількості мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %. Відмінність для ґрунтів різного

генезису пояснюється домінуванням указаної групи мікроорганізмів у середовищах, збагачених органічними залишками рослинного походження, їхньою активною участю у біотрансформації органічних сполук та гумусоутворенні. Чорнозем опідзолений збіднений на гуміновий складник, тому динаміка зростання кількісного складу актиноміцетів дещо уповільнена.

Усе це обумовлює перспективність застосування біопрепарату «Радород ПЗ» для прискорення процесу мінералізації органічних відходів агровиробництва – рослинних залишків у польових умовах *in situ*.

Висновки

Обґрунтовано перспективність застосування на ринку агропромислового комплексу біопрепарату «Радород ПЗ» як конкурентноспроможного біодобрива, яке за умов реалізації стратегії орґано-біологічної системи землеробства сприятиме активізації мікробіоти збіднених та удобрюваних ґрунтів, відновлюючи їхню родючість та підвищуючи продуктивність рослинництва.

Встановлено позитивний вплив на якісний та кількісний склад ґрунтового мікробоценозу чорноземів застосування біопрепарату «Радород ПЗ», а саме додавання його у чорнозем звичайний збільшує відсоток ґрунтових мікроорганізмів класу *Actinobacteria* від загальної кількості мікробіоти на 14 %, а при додаванні в чорнозем опідзолений – на 4 %.

Рекомендовано використання біопрепарату «Радород ПЗ» для підвищення біологічної активності ґрунту завдяки кількісно-якісному збагаченню ґрунтового мікробоценозу з переважанням у мікробному угрупованні представників класу *Actinobacteria*, які є активними біодеструкторами, що мають потужний ферментний комплекс.

Обґрунтовано екологічну доцільність застосування препарату «Радород ПЗ» як біоагенту екологічної біотехнології з відновлення родючості ґрунтів, що забезпечить збільшення продуктивності рослинництва при зменшенні витрат на виробництво, збереження родючості чорноземів та підтримання екологічної рівноваги агроєкосистем.

References

1. Melnychuk, D., Hoffman, J., & Horodnjogo, M. (Red). (2004). *Yakist gruntiv ta suchasni strategiyi udobrennya*. Kyiv: Aristey. [In Ukrainian].
2. Balyuk, S. A. (2010). Soil resources of Ukraine: condition and measures for their improvement. *Bulletin of Agricultural Science*, 6 6–7. [In Ukrainian].
3. Efimov, V. N., Donskih, I. N., Efimov, V. N., & Careno, V. P. (2002). *Sistema udobreniya*. Moskva: Kolos [In Russian].
4. Pasenko, A. V., Sakun, O. A., Nykyforova, O. O., Dudnik, O. V., & Kamynina, M. Yu. (2016). Biologichna aktyvnist gruntiv pry ahrokhimichnii melioratsii netradytiinymy dobryvamy. *Naukovyi Zhurnal «Ekologichna Bezpeka»*, 2 (22), 97–101. [In Ukrainian].
5. Mekich, M. Z., Dzhura, N. M., & Terek, O. I. (2013). Funktsionalne i prykladne znachennia biologichnoi aktyvnosti ґрунту. *Biologichni Studii*, 7 (3), 247–258. [In Ukrainian].
6. Zvyaginцев, D. I., Babeva, I. P., & Zenova, G. M. (2005). *Biologiya pochv*. Moskva: Izdatelstvo [In Russian].
7. Stahurlova, L. D., Svistova, I. D., & Sheglov, D. I. (2007). Biologicheskaya aktivnost kak indikator plodorodiya chernozemov v razlichnyh biocenoazah. *Pochvovedenie*, 6, 769–774. [In Russian].
8. Kanivets, V. I., Tokmakova, L. M., & Pyshchur, I. M. (2006). Shliakhy mikrobiologichnoi mobilizatsii fosfativ u gruntakh. *Gruntoznavstvo*, 7 (3–4), 118–122. [In Ukrainian].
9. Pasenko, A. V., Novokhatko, O. V., Nykyforova, O. O., Kozlovska, T. F., & Maznytska, O. V. (2018). Optyimizatsiia biologichnoi skladovoi ahrarnoi tekhnologii No-Till. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, 3 (110), 92–96. [In Ukrainian].
10. Kovalev, V. E. (2006). Organicheskoe i biodinamicheskoe zemledelie. *Mirovaya Ekonomika i Mezhdunarodnye Otmosheniya*, 5, 10–16. [In Russian].
11. Iutynska, H. O., & Patyka, V. P. (2000). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku hruntovoi mikrobiologii v Ukraini. *Biuletyn Instytutu Silskohospodarskoi Mikrobiologii*, 6, 7–14. [In Ukrainian].
12. Ostapchuk, M. O., Polishchuk, I. S., & Mazur, V. A. (2011). Mikrobiologichni preparaty – skladova orhanichnoho zemlerobstva. *Zbirnyk Naukovykh Prats Vinnytskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 7 (47), 11–16. [In Ukrainian].

-
13. Veremeienko, S. Ye., & Trusheva, S. S. (2011). *Biologichni systemy zemlerobstva*. Rivne: NUVHP [In Ukrainian].
 14. Stetsyshyn, P. O. (2011). *Osnovy orhanichnoho zemlerobstva*. Kyiv: Nova Knyha [In Ukrainian].
 15. Volkohon, V. V. (Red.). (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].
 16. Iutynska, H. O. (2006). *Gruntova mikrobiolohiia*. Kyiv: Aristei [In Ukrainian].
 17. Pandey, A., Ali, I., Butola, K. S., Charrerji, T., & Singh, V. (2011). Isolation and characterization of Actinomycetes from soil and evaluation of antibacterial activities of Actinomycetes against pathogens. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2 (4), 384–392.
 18. Solodka, L. O. (2007). The methods of actinomycetes cultures identification. *Bulletin of the State Automobile Inspectorate*. no. 2(19), т. 1. pp. 173–177. [In Ukrainian].
 19. Volkohon, V. V. (2005). Mikrobiolohiia u suchasnomu ahrarnomu vyrobnytstvi. *Silskohospodarska mikrobiolohiia: mizhvidomchy tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 1-2, 6–29. [In Ukrainian].
 20. Volkohon, V. V. (Red.) (2006). *Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka*. Kyiv: Ahrarna nauka [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 20.08.2021 р

Бібліографічний опис для цитування:

Пасенко А. В., Дігтяр С. В., Сакун О. А., Никифорова О. О., Цимбал І. І. Мікробіологічний аспект екологічної біотехнології застосування біопрепарату «Радород» в агросфері. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 110–117.

© Пасенко Альона Вікторівна, Дігтяр Сергій Вікторович, Сакун Оксана Анатоліївна,
Никифорова Олена Олексіївна, Цимбал Інна Іванівна, 2021