

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.49>

ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА МІКРОБІОЛОГІЧНУ ТА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Самойлік М.С. – д.е.н.,

професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Цьова Ю.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

За сучасних умов енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували б формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини в ґрунті, надасть можливість обґрунтувати інноваційні екологобезпечні види добрив та захисту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. У той же часу вивчення впливу пробіотичних препаратів різної концентрації на мікробіологічну та ферментативною активність ґрунту, для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин, є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Тому, метою роботи стало вивчення специфіки формування і функціонування мікробного ценозу та встановити залежності між мікробіологічною та ферментативною активністю чорнозему опідзоленого за умов застосування пробіотичних препаратів різної концентрації.

У ґрунт на окремих ділянках вносили різні концентрації (розбавлення 1:10, 1:100, 1:1000) пробіотичного препарату Світеко-Агробіотик-01 (ТОВ «НВП Еко-Країна») та оцінювали його вплив на чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті. Також проведено дослідження щодо різної дози внесення пробіотику у ґрунт: 50 л/га, 100 л/га; 150 л/га у весінній та осінній періоди на 21 день після застосування препарату. Як контрольний варіант розглядали ґрунт без внесення будь-яких речовин.

У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів встановлено, що використання пробіотику у концентрації 1:10 та дозою 100 л/га сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Встановлено, що застосування пробіотику в дозі 100 л/га та при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 21 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреазу), при розведенні 1:100 – спостерігається незначне покращення поліфенолоксидази, каталази та уреазу у весняний період, поліфенолоксидази в осінній період, при розведенні 1:1000 – практично не змінюється загальна біологічну активність ґрунту.

Таким чином, встановлено, що застосування пробіотиків в дозі 100 л/га при розведенні 1:10 покращує мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, сприяє збільшенню поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, а також інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах

живлення. Отже, використання пробіотику Світеко-Агробіотик-01 розбавлення 1:10 та дозою 100 л/га може бути використана як екологічно безпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтового-біологічних показників ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, пробіотичні препарати, мікробний ценоз, мікробіологічна активність, ферментативна активність, чорнозем опідзолений.

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Iu., Tsova Yu.A. Influence of probiotic drugs on microbiological and enzymatic activity of soil

Under the current conditions of the energy and ecological crisis, the search for new substances that would ensure the formation of a microbial coenosis with a rich composition of agronomically valuable groups of microorganisms, the optimal level of humification and the increase of organic matter in the soil, will provide an opportunity to substantiate innovative environmentally safe types of fertilizers and plant protection in specific soil and climatic conditions. At the same time, the study of the effect of probiotic preparations of different concentrations on the microbiological and enzymatic activity of the soil, for the justification of an ecologically safe system of using new types of fertilizers and plant protection, is relevant and understudied today.

Therefore, the aim of the work was to study the specifics of the formation and functioning of the microbial coenosis and to establish the relationship between the microbiological and enzymatic activity of podzolized chernozem under the conditions of the use of probiotic preparations of different concentrations.

Various concentrations (dilution 1:10, 1:100, 1:1000) of the probiotic preparation Sviteco-Agrobiotic-01 (LLC «NVP Eco-Kraina») were applied to the soil in separate areas and its effect on the abundance of the main groups of microorganisms in the soil was evaluated. A study was also conducted on different dosages of adding probiotics to the soil: 50 l/ha, 100 l/ha; 150 l/ha in the spring and autumn periods for 21 days after applying the drug. As a control variant, the soil without the introduction of any substances was considered.

As a result of the study of the main ecological and trophic groups of microorganisms, it was established that the use of probiotics at a concentration of 1:10 and a dose of 100 l/ha helps to increase the content of nutrients in the soil for various ecological and trophic groups of microorganisms, reduce the rate of humus decomposition and create favorable conditions for development soil microorganisms. It was established that the use of probiotics at a dose of 100 l/ha and at a dilution of 1:10 improves the enzymatic activity of the soil for 21 days (in particular polyphenol oxidase, peroxidase, catalase and urease), at a dilution of 1:100 – a slight improvement of polyphenol oxidase, catalase and urease is observed in the spring period, polyphenol oxidase in the autumn period, when diluted 1:1000 – practically does not change the overall biological activity of the soil.

Thus, it was established that the use of probiotics at a dose of 100 l/ha at a dilution of 1:10 improves the microbiological and enzymatic activity of the soil, contributes to the increase of nutrients for various ecological and trophic groups of microorganisms, as well as the intensity of the decomposition of soil organic matter to meet the needs of plants in power elements. Therefore, the use of the probiotic Sviteco-Agrobiotic-01 at a dilution of 1:10 and a dose of 100 l/ha can be used as an environmentally friendly fertilizer in organic farming, which will contribute to the improvement of soil and biological indicators of the soil.

Key words: soil, probiotic preparations, microbial coenosis, microbiological activity, enzymatic activity, chernozem gilded.

Постановка проблеми. У комплексі природних і антропогенних факторів, що позначаються на формуванні родючості ґрунту, провідна роль належить біохімічній діяльності мікроорганізмів, яка зумовлює специфіку трансформації органічної речовини і синтезу гумусу [1].

Відомо також, що використання пестицидів на полі, істотно впливає на об'єм і структурно-функціональні особливості мікробних угруповань, процеси ґрунтової біодинаміки. Це дає підставу вважати, що зміни у мікробному комплексі ґрунту будуть визначати певну спрямованість гуміфікаційних процесів. У зв'язку з цим за сучасних умов енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували б формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини в ґрунті, дасть змогу діагностувати спрямованість еволюції

його родючості для обґрунтування природоохоронної, ресурсозберігаючої системи використання нових видів добрив та захисту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначають науковці [3–6] одним із екологобезпечних методів покращення активності мікробіоти ґрунту є використання пробіотичних препаратів, зокрема на основі бактерії роду *Bacillus*. За визначенням ВООЗ пробіотики – це живі мікроорганізми, які при застосуванні у певних кількостях призводять до покращення здоров'я організму [7]. У той же часу вивчення впливу пробіотичних препаратів на ґрунтово-біологічні процеси різної концентрації для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів свідчать про те, що в ґрунті знаходиться різноманітний асортимент ферментів [8–9]. Ґрунтовий ензиматичний комплекс складається з двох компонентів – активності живого макро- і мікросвіту ґрунту й активності вільних, тобто не зв'язаних із живою речовиною, ґрунтових ферментів [10]. Ферменти в ґрунті належать не тільки мікробам, грибам, актиноміцетам, водоростям, але значною мірою і вищими рослинами, маса яких у декілька разів перевершує мікронаселення ґрунту. Встановлено також, що мікроорганізми виділяють у субстрат більш активні ферменти, ніж вищі рослини [11].

На розмір ферментативної активності позитивно впливають мінеральні й органічні добрива та різко негативно агрохімікати [12]. Відзначено також, що активність ферментів у ґрунті не корелює з якоюсь певною групою мікроорганізмів. У посиленні активності ферментів більш важливу роль грає не чисельність, а активність мікроорганізмів [13]. Тому, важливим питанням на сьогодні є також вивчення впливу пробіотичних препаратів на ферментативну активність ґрунту.

Враховуючи це, *основною метою даного дослідження* було вивчити специфіку формування і функціонування мікробного ценозу та встановити залежності між мікробіологічною та ферментативною активністю чорнозему опідзоленого за умов застосування пробіотичних препаратів різної концентрації.

Постановка завдання. Експеримент передбачав дослідження впливу пробіотичного препарату Світеко-Агробіотик-01 (ТОВ «НВП Еко-Країна») різної концентрації (розбавлення 1:10, 1:100, 1:1000) та різної дози (50 л/га, 100 л/га, 150 л/га) на чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті.

Для цього відбирали зразки ґрунту у ФГ «АРСЕЛОНА» (Полтавська обл., Шишацький р-н, село Баранівка) у весінній та літній період протягом 2016–2021 рр. Зразки ґрунту відбиралися розміром 30*30*30 см та закладалися у чотирьохкратній повторюваності. Як контрольний варіант розглядали ґрунт без внесення будь-яких речовин. Закладалися наступні експериментальні ділянки, які враховували два фактори – концентрацію та дозу пробіотику:

- 1 – контроль;
- 2 а – пробіотик у розведенні 1:10 з розрахунку 50 л/га;
- 2 б – пробіотик у розведенні 1:10 з розрахунку 100 л/га;
- 2 с – пробіотик у розведенні 1:10 з розрахунку 150 л/га;
- 3 а – пробіотик у розведенні 1:100 з розрахунку 50 л/га;
- 3 б – пробіотик у розведенні 1:100 з розрахунку 100 л/га;
- 3 с – пробіотик у розведенні 1:100 з розрахунку 150 л/га;
- 4 а – пробіотик у розведенні 1:1000 з розрахунку 50 л/га;
- 4 б – пробіотик у розведенні 1:1000 з розрахунку 100 л/га;
- 4 с – пробіотик у розведенні 1:1000 з розрахунку 150 л/га.

Ґрунт дослідного поля чорнозем типовий глибокий мало гумусний середньосуглинковий: вміст гумусу – 3,6%, загального азоту – 0,32%; гідролітична кислотність – 2,39 мг-екв, легкогідролізованого азоту (N) – 14,1 мг/100 г ґрунту, P₂O₅ – 26,9 мг/100 г ґрунту, K₂O – 8,7 мг/100 г ґрунту.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, досліді проводили у трьох повторях. Наважки перемішували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом. Десятикратні розведення вихідної ґрунтової суспензії використовували для висівання на селективні середовища. Визначення еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів визначали шляхом висіву певних розведень ґрунтових суспензій на відповідні поживні середовища [14–17]. Кількість колоній мікроорганізмів підраховували впродовж 21 доби залежно від швидкості росту і фізіологічних особливостей мікроорганізмів певних еколого-трофічних груп.

Активність уреаз визначали колориметрично з 3% розчином сечовини і кількісним визначенням аміаку з реактивом Неслера в мг NH₃ на 1 г ґрунту за 24 год; каталази – газометрично з 3% розчином перекису водню в см CO₂ на 1 г ґрунту за 1 хв; активність поліфенолоксидази та пероксидази визначали за методом Галстяна А.Ш. [18]. Статистичний аналіз виконували методом дисперсійного аналізу в комп'ютерних програмах Excel та Statistica – 6.0 [19].

Виклад основного матеріалу дослідження. Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту проводилася на 21 день після закладання експерименту, яка показала, що внесення пробіотичних препаратів сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу [20].

У результаті проведеного дослідження встановлено, що при використанні побіотиків складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів (табл. 1). Визначено, що найкращою дозою у всіх варіантах розбавлення пробіотику є 100 л/га. При даній дозі найкраще стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів (до 8 тис. у весняному відборі та 6 тис. у осінньому відборі при розведенні пробіотику 1:10) та целюлозоруйнівних мікроорганізмів (з 117 шт. колоній на контролі до 245 шт. колоній у весняний період, з 105 шт. колоній на контролі до 300 шт. колоній у весняний період при варіанті розведення пробіотику 1:10), які приймають участь у розкладанні поживних решток. Відмічено, значне підвищення життєдіяльності і олігонітрофільних мікроорганізмів, які використовують низькі концентрації мономерів і завершають мінералізацію органічних решток (при розведенні пробіотику 1:10 до 24 шт. у весняний період, та 40 шт. у осінній період).

Питома вага мікроорганізмів в мікробному ценозі значна і становить у весняний період: у ґрунті на контролі – 188 шт., розведення пробіотику 1:10 – 470, розведення пробіотику 1:100 – 260, розведення пробіотику 1:1000 – 205 шт. мікробних колоній. Відповідні значення у осінній період: у ґрунті на контролі – 170, розведення пробіотику 1:10 – 500, розведення пробіотику 1:100 – 250, розведення пробіотику 1:1000 – 187 шт. мікробних колоній. Слід зазначити, що для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів найкраще себе зарекомендував пробіотик Світеко-Агробіотик-01 у розведенні 1:10. При розведенні пробіотику 1:100 спостерігається позитивний вплив на мікробіоту ґрунту, але даний ефект на 50-55% нижче (відносно загальної мікробіоти ґрунту) у порівнянні з розведенням даного препарату 1:10, хоча на 43-47% краще у порівнянні з контролем. При розведенні пробіотику 1:1000 спостерігається незначний позитивний вплив

Таблиця 1

Вплив внесення пробіотиків на мікробний ценоз ґрунту

Варіант	Гриби мікроскопічні, тис.	Кількість мікробних колоній, шт.				
		целюлозоруйнуючі	автохтонні	олігонітрофільні	усього мікробних тіл	
<i>Весняний відбір</i>						
1	Контроль	–	117	75	–	188
2	Світеко-Агробіотик-01:					
2 а	розведення 1:10	3	127	94	–	230
2 б		8	245	194	24	470
2 с		5	175	107	10	300
3 а	розведення 1:100	–	110	79	–	190
3 б		3	150	101	8	260
3 с		–	131	90	2	225
4 а	розведення 1:1000	–	119	69	–	188
4 б		–	121	84	–	205
4 с		–	116	80	–	198
<i>Осінній відбір</i>						
1	Контроль	–	105	64	–	170
2	Світеко-Агробіотик-01:					
2 а	розведення 1:10	–	152	89	5	248
2 б		6	300	155	40	500
2 с		4	210	107	15	340
3 а	розведення 1:100	–	115	72	2	190
3 б		2	162	81	8	250
3 с		1	121	75	5	202
4 а	розведення 1:1000	–	107	65	–	172
4 б		–	115	71	–	187
4 с		–	110	70	–	180

на життєдіяльність ґрунтових мікробних ценозів (на 8–13% краще у порівнянні з контролем).

Таким чином встановлено, що кращою концентрацією пробіотичного препарату Світеко-Агробіотик-01 для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів є 10% розчин (розбавлення 1:10), а доза, яка є оптимальною для внесення на агроценози – 100 л/га.

Серед показників ґрунту які підтверджують дані про мікробіологічну активність є ферментативна активність [21]. Тому, наступним кроком нашого дослідження було вивчення основних ґрунтових ферментів при різних варіантах досліджу в весняний та осінній періоди.

Із основних ґрунтових ферментів можна виділити уреазу, поліфенолоксидазу, каталазу та пероксидазу [22]. Уреаза – входить у групу амідаз-ферментів, які викликають рідролітичне розщеплення зв'язків між азотом і вуглеводом у молекулах

органічних сполук. Її дія суворо специфічна: розчеплює тільки сечовину, кінцевим продуктом якої є вуглекислий газ і аміак. Уреаза знайдена у багатьох видів бактерій, грибів і вищих рослин тому вона може бути показником загальної біологічної активності ґрунту. Поліфенолоксидаза каталізує окислення монофенолів, ди- і трифенолів в хінони. Цей фермент відіграє велику роль у перевтіленні органічних сполук ароматичного ряду в компоненти гумусу. Пероксидаза діє на поліфенольні сполуки, які знаходяться у вільному стані або у формі складних сполук – глюкозидів, дубільних речовин і ароматичних амінів [23–24].

Під час проведення польових дослідів за всі роки досліджень (2016–2021 рр.) також визначалася ферментативна активність ґрунту на 21 добу після внесення пробіотику дозою 100 л/га різної концентрації, а саме 1:10, 1:100 та 1:1000 (табл. 2).

Таблиця 2

Ферментативна активність ґрунту після обробки ґрунту пробіотиком різної концентрації (середнє за 2016–2021 рр.)

Варіанти	Поліфенолоксидаза	Пероксидаза	Каталаза	Уреаза
весняний відбір				
Контроль	5,6	4,1	6,5	14,3
проб. 1:10	5,9	4,2	6,9	14,7
проб. 1:100	5,8	4,0	6,6	14,4
проб. 1:1000	5,6	3,9	6,6	14,4
НІР _{0,05}	0,7	0,5	0,8	0,5
осінній відбір				
Контроль	5,3	3,9	5,2	12,1
проб. 1:10	5,7	4,0	5,7	12,9
проб. 1:100	5,5	3,8	5,2	12,1
проб. 1:1000	5,3	3,8	5,3	12,0
НІР _{0,05}	0,5	0,8	0,7	0,6

Встановлено, що застосування пробіотику в дозі 100 л/га та при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 21 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреаз), при розведенні 1:100 – спостерігається незначне покращення поліфенолоксидази, каталази та уреаз у весняний період, поліфенолоксидази в осінній період, при розведенні 1:1000 – практично не змінюється загальна біологічна активність ґрунту.

Висновки і пропозиції. У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів встановлено, що використання пробіотику у концентрації 1:10 та дозою 100 л/га сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів.

Встановлено, що застосування пробіотику в дозі 100 л/га та при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 21 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреаз), при розведенні 1:100 – спостерігається незначне покращення поліфенолоксидази, каталази та уреаз у весняний період, поліфенолоксидази в осінній період, при розведенні 1:1000 – практично не змінюється загальна біологічна активність ґрунту.

Таким чином, застосування пробіотиків в дозі 100 л/га при розведенні 1:10 покращує мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, сприяє збільшенню поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, а також інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення. Таким чином, використання пробіотику Світеко-Агробіотик-01 розбавлення 1:10 та дозою 100 л/га може бути використана як екологічнобезпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтово-біологічних показників ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А. Дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №1. С. 197–203.
2. Martin T. A., Ruby M. V. Review of in situ remediation technologies for lead, zinc, and cadmium in soil. *Wiley Periodicals*. 2004. № 10. С. 115–120.
3. Amos R.T., Blowes D.W., Bailey B.L., Segeo D.C., Smith L., Ritchie A.I.M. Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*. 2015. № 57. P. 140–156.
4. Borko Yu.P., Patyka M.V., Kolodiazhnyi O.Yu. Microbial conenoses of chernozem typical of biological and intensive farming systems. *Agriculture*. 2016. Iss. 1. P. 58–63.
5. Chebanova V.V. Dynamics of fermentative activity of chernozem typical for the use of different types of fertilizers. *Environmental Sciences*. 2019. Vol. 1. P. 82–86.
6. Lazcano C., Gómez-Brandón M., Revilla P., Domínguez J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and fertility of soils*. 2013. Vol. 49, Iss. 6. P. 723–733.
7. Li X., Rui J., Mao Y. Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. Vol. 68. P. 392–401.
8. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробиоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
9. Green D.H., Wakeley P.R., Page A., Barnes A., Baccigalupi L. Characterization of two *Bacillus* probiotics. *Applied and Environmental Microbiology*. 1999. № 65: 4288–4291.
10. Barriuso J., Ramos Solano B., Gutiérrez Mañero F.J. Protection against pathogen and salt stress by four plant growth-promoting rhizobacteria isolated from *Pinus* sp. on *Arabidopsis thaliana*. *Phytopathology*. 2008. № 98(6): 666–672.
11. Cutting M. *Bacillus* probiotics. *Food Microbiology*. 2011. №28(2): 214–220.
12. Gong M., Wang J.-D., Zhang J., Yang H., Lu X.-F., Pei Y., Cheng J.-Q. Study of the antifungal ability of *Bacillus subtilis* strain PY-1 in vitro and identification of its antifungal substance (Iturin A). *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 2006. № 38(4): 233–240.
13. Авдєєва Л. В. Пробиотичні властивості каротин-синтезуючих штамів *Bacillus* sp. 1.1 та *B. amyloliquefaciens*. *Мікробіологічний журнал*. 2015. №77/2. С. 22–27.
14. Боровикова Г.С., Драга М.В., Таран Н.Ю. Вплив регуляторів росту на врожайність і якість озимої пшениці та зменшення пестицидного навантаження на угіддя. *Елементи регуляції в рослинництві*. 1998. С. 41–45.
15. Гудзь С.О. Особливості формування чисельності мікроорганізмів та спрямованість мікробних процесів ґрунту за вирощування пшениці озимої. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2019. Випуск 27. С. 131–140.

16. Romero-Olivares A. L., Allison S. D., Treseder K. K. Soil microbes and their response to experimental warming over time: A meta-analysis of field studies. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 107. P. 32–40.
17. Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149–155.
18. Галстян А.Ш. Некоторые вопросы изучения почвенных ферментов. *Сообщение лаборатории агрохимии*. 1959. № 2. С. 36–48.
19. Ермантраут Е Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.І. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.
20. Філон В.І., Казаков В.А., Ольховський Г.Ф., Залізівський В.С. Методика агрохімічних досліджень. Харків, 2017. 224 с.
21. Patyka V.P., Pasichnyk L.A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2014. № 76(1): 21–26.
22. Vandenberghe L.P., Garcia L.M., Rodrigues C., Camara M.C., Pereira G.V., 2017. Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*. 2017. № 3(3):629–648.
23. Edjabou E., Jensen B., Götze R., Pivnenko K., Petersen C., Scheutz C., Astrup F. Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. *Waste Management*. 2015. Vol. 36. P. 12–23.
24. Писаренко П.В., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А., Серета М.С. Напрями біоре mediaції техногенно забруднених ґрунтів. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 120, 2021. С. 282–292.

УДК 504.53.052

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.50>

ЗМІНИ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ҐРУНТУ ПІД ВПЛИВОМ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Романчук Л.Д. – д.с.-г.н., професор,

проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку,

Поліський національний університет

Ціпан Ю.Р. – аспірант кафедри екології,

Національний університет водного господарства та природокористування

Грицюк В.В. – старший викладач кафедри лісівництва,

Надслучанський інститут Національного університету водного господарства та природокористування

Миронець М.А. – старший викладач кафедри гуманітарних та загальнотехнічних дисциплін,

Надслучанський інститут Національного університету водного господарства та природокористування

Статтю присвячено аналізу питання виявлення змін екосистемних послуг ґрунту та існуючих критеріїв для проведення подібних оцінок. Помічено, що поява концепції екосистемних послуг інтегрувалась у розуміння біосферного значення ґрунтових
