



original article | UDC 631.151.6 | doi: 10.31210/visnyk2022.02.19

AGRO-ECOLOGICAL PECULIARITIES OF NATURAL BRINES AND MINERALS' IMPACT ON SOIL MICROORGANISMS

P. Pysarenko






M. Samoilik

O. Dychenko*

A. Taranenko

M. Galytska

O. Nimets

ORCID  [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X)ORCID  [0000-0003-2410-865X](https://orcid.org/0000-0003-2410-865X)ORCID  [0000-0003-0113-9998](https://orcid.org/0000-0003-0113-9998)ORCID  [0000-0002-1305-939X](https://orcid.org/0000-0002-1305-939X)ORCID  [0000-0003-2579-0515](https://orcid.org/0000-0003-2579-0515)ORCID  [0000-0002-4969-4854](https://orcid.org/0000-0002-4969-4854)

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody Str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

How to Cite

Pysarenko, P., Samoilik, M., Dychenko, O., Taranenko, A., Galytska, M., & Nimets, O. (2022). Agro-ecological peculiarities of natural brines and minerals' impact on soil microorganisms. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 157–164. doi: 10.31210/visnyk2022.02.19

Under modern conditions of energy and environmental crisis, the search for new substances ensuring the formation of microbial cenosis composed of many valuable groups of microorganisms, having the optimal level of humification and increasing the organic substance in the soil, make it possible to develop innovative environmentally safe kinds of fertilizers and crop protection means under specific soil and climatic conditions. At the same time, at present, studying the effect of different doses of concomitant layer water on microbiological and enzymatic soil activity for substantiating environmentally safe system of applying new kinds of fertilizers and plant protection means is topical and insufficiently investigated. Therefore, the main purpose of this paper is studying the specifics of formation and functioning microbial cenosis and establishing the dependence between microbiological and enzymatic activity of podzolized black soil at using concomitant layer water of different concentration. The experiment envisaged researching the effect of concomitant layer water of different doses: 300, 600, 900, 1,200, 2,400, 4,800 l/ha on the amount of major microorganism groups in the soil. Soil without applying any substances was considered as a control variant. As a result of studying major environmental trophic groups of microorganisms, it has been found that the use of concomitant layer water at a dose of 1,200 l/ha assists in increasing nutrients in the soil for various environmental trophic groups of microorganisms, decreasing humus decomposition speed, and creating favorable conditions for developing soil microorganisms. It has been established that the use of concomitant layer water at a dose of 400 l/ha improves soil enzymatic activity for 21 days (in particular, that of polyphenol oxidase, peroxidase, catalase, and urease). The number of ammonification and nitrogen fixing bacteria at applying concomitant layer water at a dose of 1,200 l/ha increases immediately after using. Then, during the following months their amount decreases to the control level. Applying high doses of concomitant layer water – 4,800 l/ha results in decreasing these groups of bacteria. Concomitant layer water at doses from 300 l/ha to 900 l/ha has the highest effect for pedotrophic microorganisms (30.2; 29.4, and 17.1 million, respectively), and for oligonitrophic – 900–1,200 l/ha (5.4 and 6.0 million, respectively). Thus, the application of concomitant layer water at a dose of 1,200 l/ha can be used as environmentally safe fertilizer in organic farming, which will favor the improvement of soil and biological indicators of land.

Key words: soil, concomitant layer water (CLW), microbial cenosis, microbiological activity, enzymatic activity, podzolized black soil.

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ ПРИРОДНИХ РОЗСОЛІВ ТА МІНЕРАЛІВ НА ҐРУНТОВІ МІКРООРГАНІЗМИ

П. В. Писаренко, М. С. Самойлік, О. Ю. Диченко, А. О. Тараненко, М. А. Галицька, О. М. Німець
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У сучасних умовах енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували би формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини у ґрунті, надають можливість обґрунтувати інноваційні екологобезпечні види добрив та захисту сільськогосподарських рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Водночас вивчення впливу супутньо-пластової води в різних дозах на мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин є актуальним та малодослідженим на сьогодні. Саме тому головною метою цієї роботи стало вивчення специфіки формування і функціонування мікробного ценозу та з'ясування залежності між мікробіологічною та ферментативною активністю чорнозему опідзоленого за умов застосування супутньо-пластової води різної концентрації. Експеримент передбачав дослідження впливу супутньо-пластової води різної дози, а саме: 300, 600, 900, 1200, 2400, 4800 л/га на чисельність основних груп мікроорганізмів у ґрунті. Як контрольний варіант розглядали ґрунт без внесення будь-яких речовин. У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів встановлено, що використання супутньо-пластової води у дозі 1200 л/га сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створенню сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Встановлено, що застосування супутньо-пластової води в дозі 400 л/га покращує ферментативну активність ґрунту на 21-у добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреазу). Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні супутньо-пластової води у дозі 1200 л/га збільшується відразу після внесення, потім протягом наступних місяців їх чисельність зменшується до рівня контролю. Використання високих доз супутньо-пластової води, а саме: 4800 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій. Найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів має супутньо-пластова вода в дозі від 300 л/га до 900 л/га (30,2; 29,4 та 17,1 млн відповідно), а для олігонітрофільних – 900–1200 л/га (5,4 та 6,0 млн відповідно). Отже, використання супутньо-пластової води в дозі 1200 л/га може бути застосовано як екологобезпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтово-біологічних показників ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, супутньо-пластова вода (СПВ), мікробний ценоз, мікробіологічна активність, ферментативна активність, чорнозем опідзолений.

Вступ

Нині через економічну і енергетичну кризи, а також посилення вимог до впровадження в життя екологічно обґрунтованих технологій виникла необхідність у пошуку нових речовин, що забезпечували би формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини у ґрунті в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [1]. Одним із таких методів може бути використання супутньо-пластової води (СПВ), що є побічним продуктом під час нафтовидобування.

У попередніх дослідженнях [2–5] встановлено, що одним із екологобезпечних методів покращення активності мікробіоти ґрунту є використання бішофіту [6, 7]. Водночас подальше вивчення впливу природних розсолів, зокрема супутньо-пластової води, на ґрунтово-біологічні процеси різної концентрації для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин є актуальним на сьогодні.

Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів свідчать про те, що у ґрунті перебуває 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 у 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].

Зважаючи на це, *основною метою цього дослідження* було вивчити специфіку формування і функціонування мікробного ценозу та виявити залежності між мікробіологічною та ферментативною активністю чорнозему опідзоленого за умов застосування супутньо-пластової води різної концентрації.

Матеріали і методи досліджень

Експеримент передбачав дослідження впливу супутньо-пластової води різної дози, а саме: 300, 600, 900, 1200, 2400 та 4800 л/га на чисельність основних груп мікроорганізмів у ґрунті.

Для цього відбирали зразки ґрунту у ФГ «АРСЕЛОНА» (Полтавська обл., Шишацький р-н, село Баранівка) у весняний та літній періоди протягом 2016–2021 років. Зразки ґрунту відбирали розміром 30*30*30 см та закладали у чотирикратній повторюваності. Як контрольний варіант розглядали ґрунт без внесення будь-яких речовин. Закладали такі експериментальні ділянки, які враховували різну дозу супутньо-пластової води: 1 – контроль; 2 – СПВ 300 л/га; 3 – СПВ 600 л/га; 4 – СПВ 900 л/га; 5 – СПВ 1200 л/га; 6 – СПВ 2400 л/га; 7 – СПВ 4800 л/га; 8 – N₅₀P₅₀K₅₀.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий малогумусний 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. Супутньо-пластову воду використовували з Решетняківського родовища, вона має такі характеристики: рН 8,7–8,9; Na+K 45,8–50,2 г/дм³; Ca²⁺ 10,9–11,1 г/дм³; Mg²⁺ 0,9–1,0 г/дм³; Cl⁻ 95,6–105,2 г/дм³; SO₄²⁻ 6,8–7,0 г/дм³; HCO₃⁻ 0,82–1,15 г/дм³; вміст нафтовуглеводнів складав 3–5 %.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, які проводили у трьох повторях. Наважки перемішували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом Д. Звягінцева [7]. Десятикратні розведення вихідної ґрунтової суспензії використовували для висівання на селективні середовища. Дослідження проводили на 15-й, 30-й та 60-й день.

Визначення еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів визначали шляхом висіву певних розведень ґрунтових суспензій на відповідні поживні середовища [7–10]: оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (агар-агар – 20 г/л, посів глибинний, 3–4 розведення); мікроорганізми, здатні засвоювати органічні форми азоту (амоніфікатори) на м'ясо-пептоному агарі (МПА) (посів глибинний, 5 розведень); нітрифікатори визначали в рідкому середовищі Віноградського (1 мл суспензії, 2–4 розведення) та на вилугованому голодному агарі з 2,5 мл 20 % розчину MgNH₄ 6H₂O (посів на поверхні); денітрифікатори – на середовищі МПА з 0,1 % аміачної селітри; фосфатмобілізувачі – на агарізованому середовищі Муромцева; кількість спорових форм мікроорганізмів – після пастерізації (70°–30°) на МПА з вуглеводами, або на середовищі – сусло-агар (СА); кількість мікроскопічних грибів – на агарізованому середовищі Чапека з молочною кислотою; кількість актиноміцетів та загальна кількість мікроорганізмів – на крохмально-аміачному агарі (КАА), кількість педотрофних мікроорганізмів – на агарізованій ґрунтовій витяжці; кількість азотфіксуючих бактерій у безазотному середовищі Віноградського. За одержаними даними розраховано коефіцієнт педотрофності.

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. [11]; каталази – газометрично з 3% розчином перекису водню в см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв.; активність поліфенолоксидази та пероксидази визначали за методом А. Ш. Галстяна [12]. Статистичний аналіз виконували методом дисперсійного аналізу в комп'ютерних програмах Excel та Statistica – 6.0 [13, 14].

Результати досліджень та їх обговорення

Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що внесення природних розсолів та мінералів сприяли створенню у верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу [15–16].

Встановлено, що при використанні супутньо-пластової води, завдяки її унікальному природному складу органічної та неорганічної частини, а саме складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілої низки ґрунтових мікроорганізмів. Стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів (до 58 тис. при використанні дози СПВ 1200 л/га) та целюлозоруйнівних мікроорганізмів (з 105 шт. колоній на контролі до 800 шт. колоній у варіанті з дозою СПВ 1200 л/га) які беруть участь у розкладанні поживних решток.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

1. Вплив внесення СПВ на мікробний ценоз ґрунту (середнє за 2016–2021 рр.)

Варіант	Гриби мікроскопічні, тис.	Кількість мікробних колоній, шт.			
		целюлозо- руйнуючі	автохтонні	олігонітро- фільні	усього мікробних тіл
Контроль (без МПВ)	–	105	75	–	176
СПВ, 300 л/ га	–	185	95	–	300
СПВ, 600 л/ га	6	300	294	–	600
СПВ, 900 л/ га	20	320	504	–	900
СПВ, 1200 л/га	58	800	700	130	1700
СПВ, 2400 л/ га	12	30	25	168	368
СПВ, 4800 л/ га	2	–	–	280	280
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	–	–	–	70	150

Відмічено і значне підвищення життєдіяльності і олігонітрофільних мікроорганізмів, які використовують низькі концентрації мономерів і завершують мінералізацію органічних решток. Питома вага мікроорганізмів у мікробному ценозі значна, і становить у ґрунті на контролі – 176, СПВ 900 л/га – 900, СПВ 1200 л/га – 1700, та мінеральному контролі – 150 шт. мікробних колоній. Варто зазначити, що використання високих доз СПВ, як і мінеральних добрив, не призводило до покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів.

Вплив тривалого застосування мінералізованої пластової води на динаміку чисельності різних груп ґрунтових мікроорганізмів представлені в таблицях 2–5.

2. Чисельність основних груп мікроорганізмів у ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (весняний відбір, середнє за 2016–2021 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу*	Загальна кількість бактерій, млн	Педотрофні м/о, млн	Оліготрофні м/о, млн	Амоніфікатори, млн	Спорові бактерії, млн	Азотфіксуючі бактерії, млн	Актиноміцети, млн	Гриби, тис.
I – 1	5,9±0,55	12,2±0,57	3,5±0,35	13,9±1,40	3,2±0/09	19,3±0,23	0,6±0,12	36,4±3,00
I – 2	7,8±0,73	36,1±0,75	3,7±0,26	19,2±0,10	2,5±0,17	20,9±0,90	0,4±0,03	40,2±1,15
I – 3	5,0±0,12	30,1±0,65	3,5±0,35	11,3±0,85	2,5±0,17	12,0±0,30	0,4±0,05	53,3±1,3
I – 4	7,9±0,43	19,7±4,45	1,1±0,06	7,1±0,38	1,6±0,03	6,1±0,17	0,5±0,05	19,4±1,4
I – 5	6,0±0,12	14,9±0,38	2,1±0,02	5,5±0,35	1,7±0,03	9,2±0,06	0,6±0,05	49,8±1,3
I – 6	5,7±0,17	11,5±0,72	8,0±1,64	16,1±0,32	1,3±0,33	7,6±0,58	0,04±0,00	19,4±1,4
I – 7	1,8±0,15	14,5±1,24	1,5±0,60	7,5±1,00	1,7±0,15	11,8±0,9	0,9±0,02	84,5±5,50
I – 8	3,1±0,20	23,0±0,44	2,8±0,26	3,6±0,10	2,0±0,06	7,9±0,24	1,4±0,00	58,7±2,55
II – 1	11,3±1,88	6,9±0,43	0,5±0,02	0,8±0,10	0,1±0,00	0,9±0,05	0,2±0,00	18,5±1,6
II – 2	7,3±0,05	36,8±0,10	1,5±0,05	9,7±1,15	1,8±0,70	7,3±0,45	0,4±0,01	63,0±0,60
II – 3	11,7±1,13	36,9±1,77	1,7±0,06	22,9±5,15	2,1±0,03	10,2±0,60	0,2±0,00	16,2±0,60
II – 4	19,2±1,20	11,6±0,03	8,6±0,10	14,7±0,29	1,7±0,05	20,8±1,25	0,4±0,03	9,6±1,20
II – 5	3,2±0,09	16,3±0,29	10,7±1,34	20,5±3,5	1,9±0,05	26,6±3,20	0,4±0,03	24,4±4,2
II – 6	11,3±1,18	10,4±0,67	2,8±0,19	1,1±0,15	2,4±0,10	7,9±0,85	0,6±0,05	47,4±0,10
II – 7	10,0±1,24	8,8±1,06	2,5±0,09	9,4±0,85	0,2±0,06	12,8±1,55	0,4±0,00	65,7±0,65
II – 8	3,8±0,00	16,3±0,90	3,0±0,07	3,5±0,15	1,7±0,05	17,3±0,40	0,1±0,00	24,1±0,64
III – 1	3,1±0,20	21,9±0,20	1,9±0,03	5,9±0,05	1,9±0,09	9,1±0,70	0,1±0,00	33,0±3,00
III – 2	6,7±1,41	15,8±0,20	0,2±0,04	0,5±0,05	0,2±0,08	3,5±0,06	0,5±0,00	20,2±0,65
III – 3	15,7±3,18	21,3±1,84	1,6±0,05	4,6±0,71	0,5±0,35	12,6±1,00	0,5±0,00	18,9±1,95
III – 4	13,0±1,15	20,1±0,20	6,4±1,36	13,9±1,40	2,5±0,03	18,3±0,10	0,2±0,01	47,1±10,65
III – 5	21,5±0,20	12,9±0,47	5,2±1,02	17,4±0,06	1,5±0,15	13,5±0,15	0,5±0,02	19,5±0,50
III – 6	3,5±0,35	16,9±0,05	0,7±0,02	12,2±0,00	0,7±0,00	17,0±0,00	0,6±0,00	24,7±6,50
III – 7	3,8±0,10	14,2±0,38	7,4±0,64	5,8±0,03	2,0±0,08	1,1±0,05	0,3±0,00	42,6±3,00
III – 8	15,00±0,51	11,9±1,27	7,7±0,03	12,4±0,10	2,4±0,50	5,2±1,20	0,8±0,05	39,65±0,80

Примітки: * I – дані на 15-й день, II – дані на 30-й день, III – дані на 60-й день; 1 – контроль; 2 – СПВ 300л/га; 3 – СПВ 600 л/га; 4 – СПВ 900 л/га; 5 – СПВ 1200 л/га; 6 – СПВ 2400 л/га; 7 – СПВ 4800 л/га; 8 – N₅₀P₅₀K₅₀.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

3. Чисельність нітрофікаторів та денітрофікаторів у ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (весняний відбір, середнє за 2016–2021 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліду*	Коефіцієнт вологості	Аеробні кліткоруйнівні мікроорганізми, тис.	Нітрифікаори, тис.	Денітрифікатори, млн	Потенційна азотфіксуєча активність, мг азоту на 1 г абсолютно сухого ґрунту за год.	Індекс педотрофності
I – 1	1.3	108,0±0,00	203,0±4,50	0,5±0,03	1.0	7.4
I – 2	1.3	234±0,00	142,8±4,95	0,6±0,01	0.7	2.9
I – 3	1.3	201,5±5,00	158,6±2,60	0,3±0,02	0.9	6.0
I – 4	1.3	210,0±6,00	365,3±1,30	0,6±0,03	1.5	2.1
I – 5	1.2	150,0±6,00	102,6±1,80	0,6±0,12	0.2	2.0
I – 6	1.2	216,0±0,00	118,8± 2,40	0,5±0,02	0.9	2.0
I – 7	1.2	108,0±1,32	95,4±1,80	0,3±0,01	0.9	2.5
I – 8	1.7	204±0,10	121,8±3,00	0,3±0,01	1.2	2.5
II – 1	1.3	201,5±6,50	76,0±2,00	0,3±0,02	1.4	4.3
II – 2	1.3	150,0±6,00	75,4±1,30	0,4±0,01	1.0	0.4
II – 3	1.2	200,0±8,00	106,8±1,20	0,5±0,00	1.1	3.2
II – 4	1.2	198,0±2,00	118,8±1,20	0,6±0,00	0.5	0.6
II – 5	1.3	96,0±12,00	144,3±0,00	0,5±0,01	1.3	0.9
II – 6	1.2	136,5±19,50	162,1±0,90	0,5±0,03	0.7	3.7
II – 7	1.3	163,0±2,00	132,6±1,80	0,4±0,001	1.0	1.6
II – 8	1.3	136,5±6,50	260,0±0,00	0,3±0,03	0.9	5.1
III – 1	1.2	140,5±3,50	96,0±4,80	0,9±0,02	0.3	0.8
III – 2	1.3	116,4±0,65	126,1±0,00	0,5±0,03	0.4	1.1
III – 3	1.3	185,3±3,25	130,0±0,65	0,9±0,09	2.1	1.3
III – 4	1.3	110,5±1,30	147,6±1,95	1,0±0,00	3.5	7.1
III – 5	1.3	205,4±0,00	288,6±2,60	1,3±0,00	2.2	4.8
III – 6	1.2	93,0±0,00	131,4±3,00	0,9±0,15	1.6	4.2
III – 7	1.2	156,0±0,00	43,2±0,00	0,7±0,25	0.9	2.0
III – 8	1.2	108,0±0,00	109,6±3,20	1,2±0,10	0.8	0.6

Примітки: * I – дані на 15-й день, II – дані на 30-й день, III – дані на 60-й день; 1 – контроль; 2 – СПВ 300 л/га; 3 – СПВ 600 л/га; 4 – СПВ 900 л/га; 5 – СПВ 1200 л/га; 6 – СПВ 2400 л/га; 7 – СПВ 4800 л/га; 8 – N₅₀P₅₀K₅₀.

4. Чисельність основних груп мікроорганізмів у ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (літній відбір, середнє за 2016–2021 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліду*	Загальна кількість бактерій, млн	Педотрофні м/о, млн	Оліготрофні м/о, млн	Амоніфікатори, млн	Спорові бактерії, млн	Азот-фіксуєчі бактерії, млн	Актиноміцети млн	Гриби, тис.
I – 1	1,4±0,03	12,7±0,32	1,0±0,04	0,8±0,00	1,8±0,06	2,8±0,03	19,7±3,09	19,87±0,07
I – 2	1,6±0,10	4,5±0,15	1,3±0,01	1,1±0,23	1,6±0,05	3,7±0,17	19,3±1,88	11,33±0,88
I – 3	2,5±0,08	9,8±0,13	1,4±0,00	1,5±0,14	1,7±0,00	4,1±0,07	8,07±0,97	10,3±0,33
I – 4	2,7±0,03	9,6±1,39	1,9±0,05	1,7±0,07	1,8±0,2	6,2±0,15	6,3±0,33	23,4±0,00
I – 5	3,9±0,02	9,5±0,35	1,6±0,1	3,1±0,09	1,3±0,03	3,4±0,49	13,9±0,43	16,9±0,97
I – 6	4,1±0,10	11,5±0,29	1,2±0,03	2,3±0,06	1,6±0,07	3,6±0,46	11,4±0,37	17,20±0,40
I – 7	5,2±0,10	4,5±0,15	1,6±0,06	1,5±0,14	1,0±0,01	3,9±0,26	53,0±1,89	38,3±0,88
I – 8	3,0±0,10	5,8±0,29	2,0±0,00	3,8±0,35	0,9±0,05	3,5±0,12	125,0±14,43	16,0±0,58
II – 1	3,3±0,10	6,0±0,00	1,3±0,01	2,4±0,43	2,0±0,06	2,2±0,03	19,8±3,18	21,0±0,41
II – 2	3,1±0,09	4,9±0,15	1,3±0,00	1,9±0,05	0,9±0,03	4,2±0,90	13,0±0,58	20,1±0,37
II – 3	2,5±0,25	6,2±0,15	2,1±0,02	1,6±0,09	1,3±0,00	4,3±0,32	14,7±2,86	22,4±0,37
II – 4	3,2±0,12	6,9±0,06	1,9±0,00	1,2±0,09	1,1±0,01	5,6±0,06	13,8±1,45	25,3±0,64
II – 5	1,8±0,08	4,5±0,15	1,4±0,02	0,7±0,09	1,6±0,03	3,8±0,15	10,3±0,34	20,5±0,73
II – 6	4,0±0,00	6,8±0,12	1,6±0,03	0,9±0,09	1,1±0,03	2,9±0,12	5,9±0,37	35,3±0,88
II – 7	7,9±0,2	4,4±0,09	1,8±0,00	1,0±0,17	1,1±0,00	5,3±0,27	4,0±0,58	20,3±0,3
II – 8	3,4±0,30	6,2±0,06	1,5±0,01	1,7±0,17	0,9±0,04	5,6±0,28	21,0±0,58	18,3±0,33
III – 1	3,4±0,20	5,1±0,17	2,5±0,02	2,6±0,09	1,2±0,02	3,1±0,09	110±17,32	17,0±0,58
III – 2	1,2±0,23	9,0±0,15	1,4±0,18	2,1±0,03	0,7±0,03	1,8±0,03	55±1,89	22,3±0,33
III – 3	3,3±0,29	3,7±0,32	1,4±0,18	3,0±0,03	0,7±0,03	2,9±0,26	90±5,77	19,0±1,73
III – 4	2,9±0,38	4,5±0,5	1,9±0,05	3,6±0,21	1,6±0,06	3,1±0,26	100±5,77	16,3±0,33
III – 5	3,7±0,29	9,4±0,18	2,9±0,02	3,1±0,15	1,2±0,12	4,1±0,15	185±2,89	35,6±2,82
III – 6	4,2±0,35	4,0±0,35	3,4±0,15	2,5±0,45	0,8±0,05	4,6±0,46	162±3,46	22,3±1,45
III – 7	2,6±0,09	5,1±0,26	1,6±0,06	2,1±0,12	0,9±0,08	3,1±0,17	90±5,77	45,0±1,15
III – 8	1,9±0,15	9,4±0,81	3,1±0,15	2,4±0,12	0,9±0,06	4,6±0,32	99,0±6,35	27,5±3,18

Примітки: * I – дані на 15-й день, II – дані на 30-й день, III – дані на 60-й день; 1 – контроль; 2 – СПВ 300 л/га; 3 – СПВ 600 л/га; 4 – СПВ 900 л/га; 5 – СПВ 1200 л/га; 6 – СПВ 2400 л/га; 7 – СПВ 4800 л/га; 8 – N₅₀P₅₀K₅₀.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

5. Чисельність нітрофікаторів та денітрофікаторів у ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (літній відбір, середнє за 2016–2021 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	Коефіцієнт вологості	Аеробні кліткоруйнівні м/о, тис.	Нітрифікатори, тис	Денітрифікатори, млн	Потенційна азотфіксуюча активність, мг азоту на 1 г абсолютно сухого ґрунту за год.	Індекс педотрофності.
I – 1	1.1	170,0±0,00	149,0±0,22	0,6±0,01	1.1	9.1
I – 2	1.0	180,0±0,00	20,5±0,50	0,3±0,03	1.4	7.2
I – 3	1.2	195,0±0,00	215,0±4,80	0,5±0,01	1.9	3.2
I – 4	1.3	162,5±0,65	326,4±4,70	0,6±0,01	1.8	3.6
I – 5	1.1	110,0±11,00	730,4±8,80	0,3±0,01	1.0	2.4
I – 6	1.1	175,0±5,00	56,3±4,00	0,5±0,03	1.6	1.1
I – 7	1.0	100,0±8,55	39,6±0,00	0,4±0,03	1.1	1.0
I – 8	1.1	126,5±0,65	87,45±6,05	0,4±0,01	0.8	1.9
II – 1	1.0	70,0±11,55	21,3±0,88	0,9±0,04	1.3	1.8
II – 2	1.1	88,0±0,00	67,7±4,45	0,6±0,00	3.9	2.2
II – 3	1.0	331±6,67	38,5±0,64	0,2±0,02	3.6	2.8
II – 4	1.1	110,0±11,0	50,7±3,53	0,5±0,12	2.6	1.9
II – 5	1.1	168,0±9,70	37,4±0,64	0,8±0,01	2.3	2.5
II – 6	1.1	106,0±9,70	81,5±4,50	0,4±0,01	2.8	1.2
II – 7	1.0	106,0±9,70	100,1±1,10	0,2±0,05	2.5	0.5
II – 8	1.0	106,0±3,33	148,3±0,88	0,13±0,01	1.8	1.8
III – 1	1.0	170,0±0,00	57,00±1,00	1,1±0,01	0.8	1.5
III – 2	1.0	115,0±2,89	62,5±1,50	0,5±0,02	5.7	3.3
III – 3	1.0	950±2,89	22,9±1,00	1,3±0,01	4.9	1.4
III – 4	1.0	130,3±8,40	87,0±2,00	1,3±0,03	5.8	1.3
III – 5	1.2	60,0±5,77	124,8±4,80	1,5±0,02	9.0	2.5
III – 6	1.0	65,00±8,66	253,0±3,00	1,5±0,01	4.1	2.1
III – 7	1.0	65,00±8,66	123,5±15,5	1,6±0,13	2.5	1.9
III – 8	1.1	38,50±5,50	150,2±3,85	1,1±0,07	1.3	4.9

Згідно з одержаними результатами досліджень встановлено (табл. 2–5), що у ґрунтових зразках чисельність усіх груп мікроорганізмів коливається не тільки залежно від дози внесення СПВ, але і від її післядії. Загальна чисельність бактерій у ґрунті підвищується при використанні СПВ (до 13,4 млн при нормі 900 л/га) відразу після її внесення. Післядія СПВ у дозі 2400 та 4800 л/га (літній відбір зразків) зберігається протягом двох місяців на відміну від мінеральних добрив. Таку ж залежність можна спостерігати і для інших груп ґрунтової мікрофлори. Кількість педотрофних та олігонітрофільних мікроорганізмів зростає відповідно до підвищення норм внесення СПВ. Найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів мають СПВ у дозі від 300 до 900 л/га (30,2; 29,4 та 17,1 млн відповідно), а для олігонітрофільних – 900–1200 л/га (5,4 та 6,0 млн відповідно).

У біологічному кругообігу поживних речовин, зокрема азоту, відіграють важливу роль амоніфікатори та азотфіксатори. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ збільшується відразу після внесення, потім протягом наступних місяців їх чисельність зменшується до рівня контролю. Використання високих доз СПВ (4800 л/га) призводить до зменшення цих груп бактерій. Потрібно зазначити, що у пробах, які відбирали в літній період порівняно з весняним відбором проб, знижена чисельність практично всіх груп мікроорганізмів. Проте рівень потенційної азотофіксації в літніх зразках збільшувався.

Серед показників ґрунту, які підтверджують дані про мікробіологічну активність, є ферментативна активність [17–20]. Під час проведення польових дослідів за всі роки досліджень ми визначали ферментативну активність ґрунту як після внесення різних доз СПВ і гербіцидів, так і після окремих культур. Експериментально отримані дані наведені в таблиці 6.

6. Ферментативна активність ґрунту після обробки посівів СПВ (середнє за 2016–2021 рр.)

Варіанти	Озима пшениця	Кукурудза
<i>Контроль (без обробки)</i>		
Поліфенолоксидаза	5,6	5,3
Пероксидаза	4,1	3,9
Каталаза	6,5	5,2
Уреаза	12,1	14,3
<i>Обробка СПВ, 100% конц., 400 л/га</i>		
Поліфенолоксидаза	5,8	5,7
Пероксидаза	3,9	3,8
Каталаза	6,8	5,4
Уреаза	11,9	14,5

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. ЕКОЛОГІЯ

Обробка гербіцидом дезормон, 2,5 л/га		
Поліфенолоксидаза	4,0	3,8
Пероксидаза	2,9	2,5
Каталаза	4,9	4,2
Уреаза	9,9	11,3
НІР 0,05	0,8	0,6

Аналіз даних таблиці 6 свідчить про те, що застосування СПВ на відміну від гербіциду Дезормон не змінює загальну біологічну активність ґрунту. Активність таких ферментів, як поліфенолоксидаза, пероксидаза, каталаза та уреаза при використанні СПВ не відрізняється від контролю, а на деяких варіантах навіть вище.

Висновки

1. У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів встановлено, що використання супутньо-пластової води в дозі 1200 л/га сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створенню сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів.

2. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ у дозі 1200 л/га збільшується відразу після внесення, потім протягом наступних місяців їх чисельність зменшується до рівня контролю. Використання високих доз СПВ (4800 л/га) призводить до зменшення цих груп бактерій. Найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів мають СПВ у дозі від 300 л/га до 900 л/га (30,2; 29,4 та 17,1 млн відповідно), а для олігонітрофільних – 900–1200 л/га (5,4 та 6,0 млн відповідно).

3. Встановлено, що застосування СПВ на відміну від гербіциду Дезормон не змінює загальну біологічну активність ґрунту. Активність таких ферментів, як поліфенолоксидаза, пероксидаза, каталаза та уреаза при використанні СПВ не відрізняється від контролю, а на деяких варіантах навіть вище.

Отже, використання супутньо-пластової води в дозі 1200 л/га може бути застосовано як екологічнобезпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтово-біологічних показників ґрунту.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому передбачається поглиблення вивчення використання екологічнобезпечних добрив у органічному землеробстві, зокрема комплексне використання супутньо-пластової води (СПВ) та пробіотичних препаратів.

References

1. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Y., Ts'ova Y. A., Bezsonova, V. A., & Liskonog, K. M. (2021). Studying fungicidal properties of mineralized stratum water on millet areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 196-202. doi: 10.31210/visnyk2021.01.24
2. Borko, Yu. P., Patyka, M. V., & Kolodiaznyi, O. Yu. (2016). Microbial conenoses of chernozem typical of biological and intensive farming systems. *Agriculture*, 1, 58–63.
3. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Y., Sereda, M. S., & Poghosyan, A. A. (2021). Medical, biological and toxicological assessment of using bio-preparations in arable farming. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 187–195. doi: 10.31210/visnyk2021.01.23
4. Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Revilla, P., & Domínguez, J. (2013). Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and Fertility of Soils*, 49 (6), 723–733.
5. Li, X., Rui, J., & Mao, Y. (2014). Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. *Soil Biology and Biochemistry*, 68, 392–401.
6. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh, I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6 (2), 340–345.
7. Liuta, V. A., & Kononov, O. V. (2018). *Praktykum z mikrobiolohii: navchalnyi posibnyk*. Kyiv: Vseukrainske spetsializovane vydavnytstvo «Medytsyna». [In Ukrainian].
8. Titova, V. I., & Kozlov, A. V. (2012). *Metody ochenki funkcionirovaniya mikrobocenoza pochvy, uchastvuyushogo v transformacii organicheskogo veshstva: nauchno metodicheskoe posobie*. Nizhnij Novgorod. [In Russian]
9. Iutynska, H. O. (2017). Mikrobni biotekhnolohii dlia realizatsii novoi hlobalnoi prohramy zabezpechennia staloho rozvytku ahrosfery Ukrainy. *Ahroekolohichni Zhurnal*, 2, 149–155. [In Ukrainian].

10. Romero-Olivares, A. L., Allison, S. D., & Treseder, K. K. (2017). Soil microbes and their response to experimental warming over time: A meta-analysis of field studies. *Soil Biology and Biochemistry*, 107, 32–40. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.12.026
11. Haziiev, F. H. (1976). *Fermentativnaya aktivnost pochv*. Moskva: Nauka [In Russian]
12. Zvyaginceva, D. G. (1989). *Mikroorganizmy i ohrana pochv: monografiya*. Moskva: MGU [In Russian]
13. Filon, V. I., Kazakov, V. O., & Olkhovskiy, H. F. (2017). *Metodyka ahrokhimichnykh doslidzhen: navchalnyi posibnyk*. Kharkiv [In Ukrainian].
14. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vказivky*. Kyiv: PolihrafKonsaltnyh [In Ukrainian]
15. Karlsson, I., Friberg, H., Kolseth, A.-K., Steinberg, C., & Persson, P. (2017). Agricultural factors affecting Fusarium communities in wheat kernels. *International Journal of Food Microbiology*, 252, 53–60. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.04.011
16. Barriuso, J., Solano, B. R., & Gutiérrez Mañero, F. J. (2008). Protection Against Pathogen and Salt Stress by Four Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Isolated from Pinus sp. on Arabidopsis thaliana. *Phytopathology*, 98 (6), 666–672. doi: 10.1094/phyto-98-6-0666
17. Borovykova, H. S., Draha, M. V., & Taran, N. Iu. (1998). Vplyv rehuliatoriv rostu na vrozhaunist i yakist ozymoi pshenytsi ta zmeshennia pestytsydnoho navantazhennia na uhiddia. *Elementy rehuliatcii i roslennytstvi*. Kyiv: VVP Kompas. [In Ukrainian]
18. Patyka, M. V., Kolodiaznyi, O. Iu., & Ibatullin, I. I. (2017). Osoblyvosti formuvannia prostorovo-funktsionalnoi struktury mikrobnogo biomu gruntu ta yoho aktyvnist za transformatsii roslennykh reshtok. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 79 (5), 91–104. [In Ukrainian]
19. Patyka, V. P., & Pasichnyk, L. A. (2014). *Fitopatohenni bakterii v systemi suchasnoho silskoho hospodarstva*. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 76 (1), 21–26. [In Ukrainian]
20. Porto de Souza Vandenberghe, L., Marcela Blandon Garcia, L., Rodrigues, C., Cândido Camara, M., & Vinícius de Melo Pereira, G. (2017). Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*, 3 (3), 629–648. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629

Стаття надійшла до редакції: 19.03.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Тараненко А. О., Галицька М. А., Німець О. М. Агроекологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунтові мікроорганізми. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 157–164.

© Писаренко Павло Вікторович, Самойлік Марина Сергіївна, Диченко Оксана Юріївна, Тараненко Анна Олексіївна, Галицька Марина Анатоліївна, Німець Олег Миколайович, 2022