*Journal of Innovations and Sustainability*
*ISSN 2367-8151*
*2022, Vol. 6, No. 3*
https://is-journal.com

# ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ І ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ЯК ОСНОВНОГО ДОБРИВА НА ПОСІВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Павло Писаренко**
*Полтавський державний аграрний університет, Україна*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4915-265X*

**Марина Самойлік**
*Полтавський державний аграрний університет, Україна*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2410-865X*

**Оксана Диченко**
*Полтавський державний аграрний університет, Україна*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0113-9998*

**Юрій Цьова**
*Полтавський державний аграрний університет, Україна*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2796-3830*

**Писаренко, П., Самойлік, М., Диченко, О. & Цьова, Ю. (2022). Використання суміші супутньо-пластової води і пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. *Journal of Innovations and Sustainability*, 6(3), 08. https://doi.org/10.51599/is.2022.06.03.08.**

**Мета.** Метою роботи є визначення можливостей використання суміші супутньо-пластової води (СПВ) та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.
**Результати.** Дослідження щодо формування інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – СПВ (при нормах внесення 900–2400 л/га) та пробіотику (100 л/га, 10 % розведення) проводили протягом 2016–2021 рр. Кращим варіантом за роки досліджень виявилася технологія комплексного використання пробіотику 100 л/га (10 % розведення) та СПВ 900 л/га, при цьому урожайність пшениці озимої становила 51,3 ц/га, що на 28,9 % вище за контроль. Установлено, що найкращою дозою СПВ у цій суміші на посівах кукурудзи також є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10 % розведення), що дозволило отримати усереднену прибавку врожаю за роки досліджень у розмірі 24,3 % порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при цих концентраціях СПВ та пробіотику складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, зокрема стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів і целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні пожнивних решток. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ та пробіотику збільшується відразу після внесення, потім протягом наступних місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій. Також установлено відсутність негативного впливу суміші СПВ та пробіотику на структуру ґрунту при внесенні їх у певних дозах СПВ – від 600 до 1200 л/га, пробіотику у дозі 100 л/га (10 % розведення). Таким чином, одержані результати досліджень дають можливість у подальшому використовувати суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.

Journal of Innovations and Sustainability
ISSN 2367-8151
2022, Vol. 6, No. 3
https://is-journal.com

**Наукова новизна.** Визначено, що використання суміші пробіотичних препаратів і СПВ у якості основного добрива сприяє оптимізації мікробного ценозу ґрунту та формуванню сталих агросистем.
**Практична цінність.** Запропоновано інноваційний екологоорієнтований метод удобрення сільськогосподарських культур на основі використання суміші пробіотичних препаратів і СПВ, що дозволяє підвищити їх урожайність і якість сільськогосподарської продукції при сталому функціонуванні агроекосистем.
**Ключові слова:** пробіотичні препарати, супутньо-пластова вода, добриво, стале функціонування агроекосистем, родючість ґрунту, мікробіота ґрунту.

# USE OF A MIXTURE OF MINERALIZED FOSSIL WATER AND PROBIOTIC PREPARATIONS AS THE MAIN FERTILIZER ON AGRICULTURAL CROPS

**Pavlo Pysarenko**
*Poltava State Agrarian University, Ukraine*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4915-265X*

**Maryna Samoilik**
*Poltava State Agrarian University, Ukraine*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2410-865X*

**Oksana Dychenko**
*Poltava State Agrarian University, Ukraine*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0113-9998*

**Yurii Tsova**
*Poltava State Agrarian University, Ukraine*
*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2796-3830*

**Purpose.** The aim of the work was to investigate the possibilities of using a mixture of mineralized fossil water and probiotic preparations as the main fertilizer on crops.
**Results.** Research on the formation of innovative fertilizers based on biological methods – mineralized fossil water (with application rates of 900–2400 l/ha) and probiotics (100 l/ha, 10% dilution) was carried out during 2016–2021. The technology of complex the use of probiotics 100 l/ha (10% dilution) and mineralized fossil water  900 l/ha, while the yield of winter wheat was 51.3 tons/ha, which is 28.9 % higher than the control. It was found that the best dose of mineralized fossil water in this mixture on corn crops is also 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (10% dilution), which made it possible to obtain an average yield increase over the years of research in the amount of 24.3 % compared to the control. This is explained by the fact that at these concentrations of mineralized fossil water and probiotics, favorable conditions are created for the life of a number of soil microorganisms, in particular, the growth and development of microscopic fungi and cellulose-degrading microorganisms that participate in the decomposition of crop residues are stimulated. The number of ammonifying and nitrogen-fixing bacteria when using mineralized fossil water and probiotics increases immediately after application, then during the following months their number equalizes to the control level. The use of mineralized fossil water doses of more than 1200 l/ha leads to a decrease in these groups of bacteria. It was also established that there is no negative effect of the mixture of mineralized fossil water and probiotics on the soil structure when they are applied in certain doses of

Journal of Innovations and Sustainability
ISSN 2367-8151
2022, Vol. 6, No. 3
https://is-journal.com
mineralized fossil water – from 600 to 1200 l/ha, probiotics at a dose of 100 l/ha (10 % dilution). Thus, the obtained results of the conducted research make it possible to further use mixtures of mineralized fossil water and probiotic preparations as the main fertilizer on crops.
**Scientific novelty.** It was determined that the application of probiotic with mineralized fossil water as the main fertilizer in agroecosystems supports the optimization of the soil microbocenosis and formation of sustainable soil function.
**Practical value.** An innovative and ecologically-oriented method of fertilizing agricultural crops based on the application of probiotic and mineralized fossil water is proposed, which allows to increase crops productivity and quality of agricultural products and to improve sustainable functioning of agroecosystems.
**Key words:** probiotic, mineralized fossil water, fertilizer, sustainable functioning of agroecosystems, soil fertility, soil microorganisms.

**Постановка проблеми.** Відомо, що інтенсивні методи сільськогосподарського виробництва, які пов'язані з великими витратами енергії, дозволили досягти високої продуктивності сільськогосподарських культур. Однак сучасні пріоритетні напрями землеробства у світі, зважуючи всі плюси і мінуси, все більше уваги приділяють пошуку шляхів переходу до альтернативних ресурсозберігаючих екологобезпечних агротехнологій [1–5].

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що актуалізує питання підтримки стійкості, використання природного потенціалу агроекосистем. Тому все більше актуалізується проблема щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів. У цьому аспекті доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препататів та супутньо-пластової води (СПВ) у системі сталого функціонування агроекосистем.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як зазначають більшість вітчизняних і зарубіжних дослідників [6–17], одним із пріоритетних напрямів екологізації землеробства є використання органічних добрив. Дослідженням питань щодо покращення якості органічних добрив займалися значна кількість як зарубіжних, так і вітчизняних учених: В. В. Волкогон, С. М. Деркач [18], Н. М. Колісник, Б. В. Тимофійчук [19], Д. С. Русаков, В. Ф. Дідух [20], Я. В. Чабанюк, І. С. Бровко [21], J. P. Taylor [22]. Досить багато досліджень спрямовано на отримання високоякісних органічних добрив за рахунок використання різних штамів мікроорганізмів [23–28].

Останнім часом активно досліджується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів [29]. Зокрема, можливості використання пробіотиків для обробки посліду птахівництва досліджено багатьма вітчизняними науковцями та визначені рекомендовані препарати та дози [30]. Пробіотичні препарати (пробіотики) складаються з пробіотичних бактерій та ферментів і не містять хімічних й мінеральних забруднювачів. За способом застосування пробіотики можна умовно віднести до класу реагентів, але завдяки своїй екологічності, вони не мають негативного впливу на якість ґрунту порівняно з хімічними препаратами [31].

Нині особливу увагу при складанні зональних систем землеробства приділяють використанню місцевих сировинних ресурсів з метою підвищення ефективної родючості ґрунту та біологізації землеробства, зокрема природні розсоли та мінерали [32].

Таким чином, можна констатувати, що вивчення питання використання пробіотиків у системі землеробства є інноваційним та потребує подальшого дослідження. Водночас потрібно зазначити, що мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дій, залежність від зовнішніх факторів. Тому, враховуючи перспективність попередніх досліджень щодо використання супутньо-пластової води для покращення якості органічних добрив [33], яка водночас є джерелом макро- і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препататів та супутньо-пластової води у системі сталого функціонування агроекосистем.

**Мета, матеріали та методи дослідження.** Мета роботи – визначення можливостей використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.

Протягом 2016–2021 рр. на дослідних полях Полтавського державного аграрного університету проводили дослідження щодо використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів, як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. У цьому дослідженні використано пробіотичні препарати Sviteko (Sviteko-Агробіотик-01 – виробник ОВ «НВП Еко-Країна», с. Терешки, Полтавська обл., Україна), основними мікроорганізмами яких є Bacillus subtilis.

Для досліджень використовували супутньо-пластову воду Решетниківського газонафтового родовища, що розташоване в Полтавській області (Україна) та за критерієм мінералізації належать до високомінералізованих. За йонним складом СПВ належить до хлор-кальцієвого типу, містить до 5 % органічних речовин, тобто відноситься до вод із малим їх умістом.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, досліди проводили у трьох повторах. Наважки переміщували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом Д. Звягінцева [34]. Десятикратні розведення вихідної ґрунтової суспензії використовували для висівання на селективні середовища.

Значення еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів визначали шляхом висіву певних розведень ґрунтових суспензій на відповідні поживні середовища [34–37]. Чисельність мікроорганізмів визначали методом висівання ґрунтової суспензії на стандартні поживні середовища: амоніфікуючі бактерії –

на м’ясопептонному агарі (МПА); стрептоміцети і бактерії, що використовують мінеральний нітроген (амілолітичні) – на крохмаль-аміачному агарі (КАА); педотрофні – на ґрунтовому агарі (ПА); нітріфікатори визначали в рідкому середовищі Віноградського (1 мл суспензії, 2–4 розведення) та на вилугованому голодному агарі з 2,5 мл 20 %-ного розчину MgNH4, 6H2O (посів на поверхні); денітріфікатори – на середовищі МПА з 0,1 % аміачної селітри; кількість мікроскопічних грибів – на агарізованому середовищі Чапека з молочною кислотою, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА) (компанія-виробник середовищ TITAN BIOTECH LTD, Індія); кількість спорових форм мікроорганізмів – після пастеризації (70о–30о) на МПА з вуглеводами, або на середовищі – сусло-агар (СА); кількість патогенних форм мікроорганізмів відповідно до методики [38].

Після засіву поживних середовищ їх інкубували при температурі 28°С упродовж 5–14 діб (залежно від швидкості росту мікроорганізмів певних груп) [39]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) на 1 г абсолютно сухого ґрунту. Для цього термостатно-ваговим методом визначали вологість зразка ґрунту, взятого для досліду, і перераховували отриману кількість колоній з урахуванням коефіцієнта вологості та розведення ґрунтової суспензії. Досліди проводили в трьох повторах.

Фізико-механічні властивості ґрунту (структура, вміст водотривких агрегатів) досліджували за методом Штатнова, Савинова [40]. Загальний уміст гумусу визначали за методом Тюріна [41]. Відбір ґрунтових проб виконували відповідно до ДСТУ 4287:2004 [42], підготовку до аналізу – згідно з вимогами ДСТУ ISO 11464-2007 [43]. Лабораторний аналіз проб ґрунту та води здійснювали на базі акредитованої лабораторії агроекологічного моніторингу Полтавського державного аграрного університету.

Хімічні властивості ґрунту визначали такими методами: фактична кислотність ґрунту шляхом вимірювання концентрації Н + у розчині метод потенціометрії з використанням іоноселективних електродів на потенціометрі pH-150 M (ISO 10390:2021 [44]); рухома сірка відповідно до ДСТУ 8347:2015 [45], визначення нітратів у ґрунті – за ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005 [46], хлориди відповідно до ДСТУ 7908:2015 [47]. Нафтопродукти визначено ваговим методом за ISO 11504:2017 [48]. Визначення важких металів у ґрунті проводили відповідно: свинець – за ДСТУ 7832:2015 [49], кадмій – за ДСТУ 4770.3:2007 [50], мідь – за ДСТУ 4770.6:2007 [51], цинк – за ДСТУ 4770.2:2007 [52], ртуть – за ДСТУ ISO 16772:2005 [53].

Облік урожаю зернових культур здійснювали збиранням снопового зразка в трикратній повторності на облікових ділянках у фазі повної стиглості зерна, а кукурудзи суцільним методом на варіанті досліду у фазі повної стиглості зерна. Структуру врожаю визначали за методикою польового досліду [54].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження щодо формування інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів

– СПВ (при нормах внесення 900–2400 л/га) та пробіотику (100 л/га, 10 % розведення, відповідно попередніх досліджень [32]) проводили протягом 2016–2021 рр. (табл. 1). Дослідження проводили у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Кращим варіантом за роки досліджень (2016–2021 рр.) виявилася технологія комплексного використання пробіотику 100 л/га (10 % розведення) та СПВ 900 л/га, при цьому урожайність пшениці озимої становила 51,3 ц/га, що на 28,9 % вище за контроль. Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що внесення СПВ та пробіотиків сприяли створенню у верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу (табл. 2).

*Таблиця 1*

**Вплив норм унесення СПВ та пробіотику на урожайність пшениці озимої (середнє за роки досліджень)**

| Варіант досліду | Середня урожайність, ц/га | Приріст урожаю | |
|---|---|---|---|
| | | ц/га | % |
| Контроль (без СПВ та пробіотику) | 39,8 | - | - |
| СПВ 900 л/га | 43,8 | 4,0 | 10,1 |
| СПВ 1200 л/га | 48,3 | 8,5 | 21,4 |
| СПВ 2400 л/га | 46,0 | 6,2 | 15,6 |
| СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 51,3 | 11,5 | 28,9 |
| СПВ 1200 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 48,9 | 9,1 | 22,7 |
| СПВ 2400 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 42,9 | 3,1 | 7,8 |
| $N_{50}P_{50}K_{50}$ | 45,8 | 6,0 | 15,1 |
| НІР 0,05 | 2,3 | - | - |

*Джерело:* власні дослідження.

Таким чином, при використанні в якості добрива СПВ у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (10 % розведення) складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів. Стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні пожнивних решток. Зафіксовано і значне підвищення життєдіяльності й 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 – 5,9 ± 0,21 млн (кількості клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту), при використанні СПВ у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га це значення становило 19,2 ± 0,90 млн.

У біологічному кругообігу поживних речовин, зокрема азоту, відіграють важливу роль амоніфікатори та азотфіксатори. Динаміку чисельності цих груп ґрунтових мікроорганізмів наведено на рис. 1–2. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ та пробіотику збільшується відразу після внесення, потім протягом наступних місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій.

*Таблиця 2*

**Чисельність основних груп мікроорганізмів у ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту, середнє значення**

| Варіант досліду | Загальна кількість бактерій, млн | Педотрофні мікроорганізми, млн | Оліготрофні мікроорганізм, млн | Амоніфікатори, млн | Азотфіксуючі бактерії, млн | Актиноміцети, млн | Гриби, тис. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 5,9±0,21 | 12,2 ±0,57 | 3,5±0,15 | 13,9±0,40 | 19,3±0,23 | 0,6±0,12 | 36,4±1,10 |
| СПВ 900 л/га | 11,7±0,13 | 36,9±1,77 | 3,7±0,06 | 22,9±1,15 | 26,2±0,60 | 1,2±0,00 | 40,2±0,60 |
| СПВ 900 л/га +пробіотик (100 л/га) | 19,2±0,90 | 38,6±0,03 | 8,6±0,10 | 24,7±0,29 | 28,8±1,15 | 1,4±0,03 | 39,5±1,20 |

*Джерело:* власні дослідження.

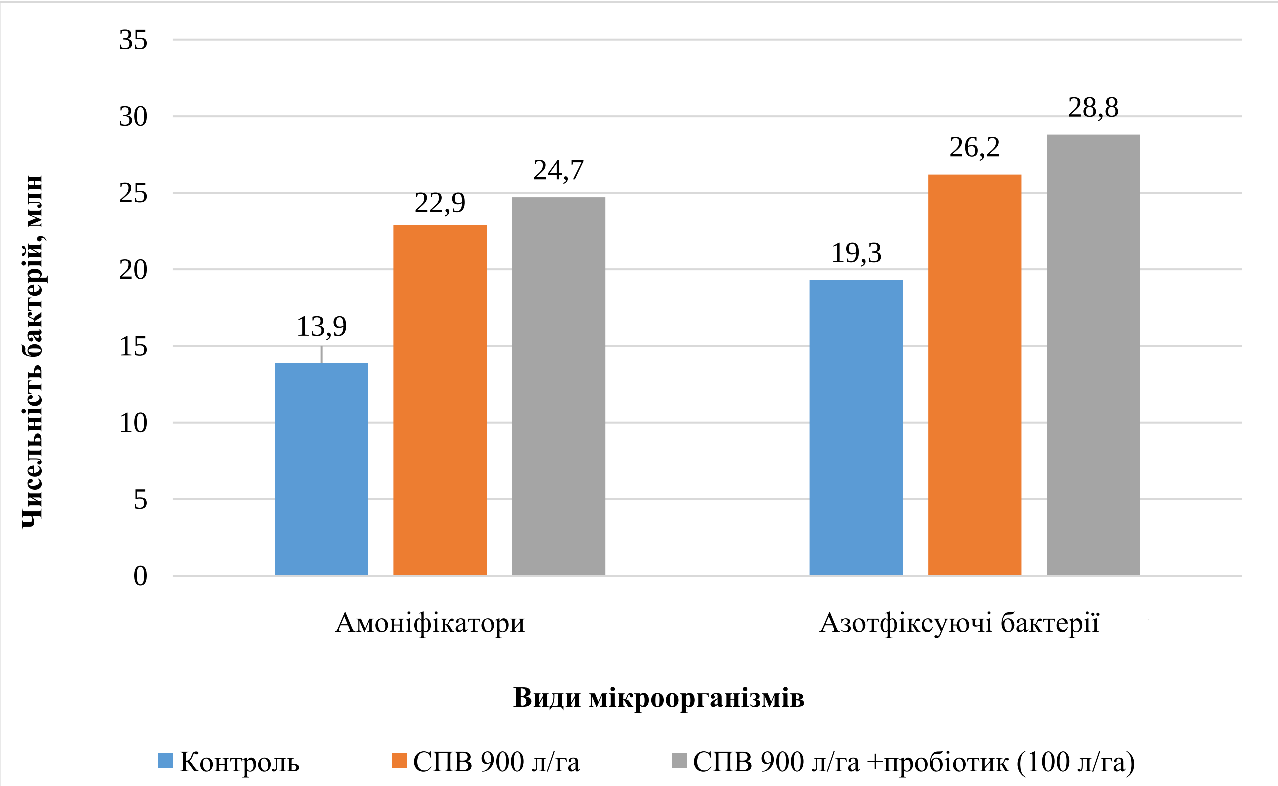


**Рис. 1. Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 30 добу після внесення (усереднені дані за 2016–2021 рр., контроль – без СПВ та пробіотику)**

*Джерело:* власні дослідження.

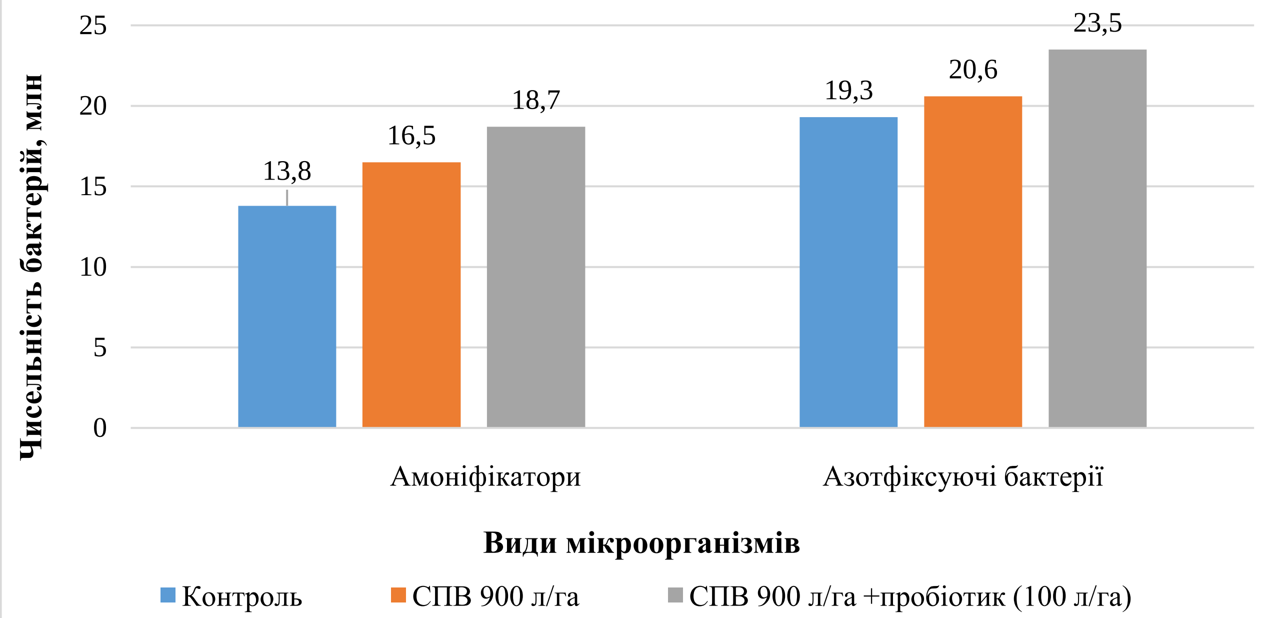


**Рис. 2. Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 60 добу після внесення (усереднені дані за 2016–2021 рр., контроль – без СПВ та пробіотику)**

*Джерело:* власні дослідження.

Також проведено дослідження щодо зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику у якості органічного добрива на посівах озимої пшениці протягом 2016–2021 рр. Структура ґрунту є одним з показників родючості ґрунту. Найбільш цінною є така структура, агрегати якої мають розмір від 10 до 0,25 мм і тривалий час не руйнуються у воді [55; 56].

СПВ і пробіотик вносили як основне добриво під основний обробіток ґрунту нормами: СПВ 900, 1200, 2400 л/га: пробіотик – 100 л/га (10% розбавлення). Визначення структури або агрегатного стану ґрунту та вмісту водотривких агрегатів проводили в різних шарах ґрунту. Відбір ґрунтових зразків проводили через місяць після внесення. За контроль були взяті ділянки без внесення СПВ та пробіотику, а також ділянки, де вносили повне мінеральне добриво $N_{50}P_{50}K_{50}$. Експериментально отримані дані наведені в табл. 3.

У результаті одержаних досліджень установлено, що при збільшенні дози СПВ вище 1200 л/га спостерігається негативна дія на структуру ґрунту, особливо верхнього шару – 0–10 см (при внесенні СПВ – 2400 л/га повітряно-сухих агрегатів в шарі ґрунту 0–10 см становив 77,1). Але при внесенні СПВ дозою від 900 до 1200 л/га у суміші з пробіотиком істотного погіршення не відбувалося. Водотривкість ґрунтових агрегатів також значно залежала від дози внесення СПВ. При використанні дози СПВ 2400 л/га водотривкість ґрунтових агрегатів різко знижувалася (при внесенні СПВ 2400 л/га вміст у ґрунті водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0–10 см зменшувався до 75,5 проти 84,1 на контролі). Таким чином, можна зробити попередні висновки про відсутність негативного впливу суміші СПВ та пробіотику на структуру ґрунту при внесенні їх у певних дозах СПВ – від 600 до 1200 л/га, пробіотик у дозі 100 л/га (10 % розведення).

*Таблиця 3*

**Структурний стан ґрунту після внесення СПВ та пробіотику на посівах озимої пшениці (усереднені дані за 2016–2021 рр.)**

| Варіант досліду | Уміст агрегатів, 0,25–10 мм, % до маси в шарі ґрунту | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0–10 | | 10–20 | | 20–30 | |
| | повітряно-сухих | водотривких | повітряно-сухих | водотривких | повітряно-сухих | водотривких |
| Контроль (без СПВ та пробіотику) | 82,3 | 84,1 | 86,3 | 78,2 | 80,7 | 96,5 |
| СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 89,6 | 84,5 | 85,2 | 75,5 | 84,3 | 89,3 |
| СПВ 1200 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 79,6 | 87,8 | 85,8 | 89,6 | 84,1 | 92,5 |
| СПВ 2400 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 77,1 | 75,5 | 85,1 | 64,9 | 81,4 | 73,1 |
| $N_{50}P_{50}K_{50}$ | 82,4 | 64,8 | 90,9 | 73,7 | 88,3 | 64,6 |

*Джерело:* власні дослідження.

У системі показників стабільності ґрунтової системи є і ряд хімічних показників, серед яких реакція ґрунтового розчину, вміст нітратів, хлоридів, рухомої сірки, важких металів та нафтопродуктів. Тому протягом 2016–2021 рр. проведено дослідження зміни хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику (табл. 4).

*Таблиця 4*

**Зміна хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива (середнє за 2016–2021 рр.)**

| Варіант досліду | pH ґрунтового розчину | Аніони, катіони, мг/кг | | | Нафтопродукти, мг/кг | Важкі метали, мг/кг | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Нітрати | Хлориди | Рух. сірка | | Hg | Cu | Pb | Zn | Kd |
| Контроль (без СПВ та пробіотику) | 7,6 | 9,8 | 131 | 42,0 | 330 | 0,091 | 0,6 | 2 | 28 | - |
| СПВ 900 л/га + пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 6,5 | 8,7 | 149 | 40,2 | 200 | 0,052 | 1,0 | 4 | 15 | - |
| СПВ 1200 л/га + пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 6,5 | 8,7 | 149 | 42,8 | 200 | 0,065 | 0,7 | 4 | 18 | - |
| СПВ 2400 л/га + пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 6,2 | 8,7 | 149 | 58,6 | 200 | 0,060 | 0,7 | 6 | 18 | - |
| $N_{50}P_{50}K_{50}$ | 6,4 | 30,5 | 149 | 34,4 | 340 | 0,090 | 0,8 | 6 | 23 | - |

*Джерело:* власні дослідження.

Слід відмітити, що при використанні СПВ та пробіотику в ґрунтовому розчині не тільки не збільшується вміст нітратів, а навпаки зменшується, хоча вони і входять до її складу. Це можна пояснити тим, що СПВ та пробіотичні препарати у запропонованих дозах стимулюють ріст і розвиток не тільки рослин, але і ґрунтової біоти, яка є безпосереднім споживачем аніонів та катіонів. Також використання СПВ у дозах 900–2400 л/га не сприяє накопиченню нафтопродуктів і важких металів у ґрунті. Навпаки вміст нафтопродуктів у ґрунтовому розчині верхнього шару ґрунту значно змінюється завдяки оптимізації життєдіяльності ґрунтової мікрофлори.

Дослідження запропонованого основного добрива у вигляді суміші СПВ та пробіотику виконували протягом 2016–2021 рр. і на посівах кукурудзи. Проведені дослідження дали можливість установити, що найкращою дозою СПВ у цій суміші на посівах кукурудзи також є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10 % розведення), що дозволило отримати усереднену прибавку урожаю за роки досліджень у розмірі 24,3 % (табл. 5).

*Таблиця 5*

**Вплив обробки СПВ та пробіотику на продуктивність посівів кукурудзи (середнє за роки досліджень)**

| Варіант досліду | Середня урожайність, ц/га | Приріст урожаю | |
|---|---|---|---|
| | | ц/га | % |
| Контроль (без СПВ та пробіотику) | 40,2 | - | - |
| СПВ 900 л/га | 68,8 | 28,6 | 71,1 |
| СПВ 1200 л/га | 61,1 | 20,9 | 51,9 |
| СПВ 2400 л/га | 56,2 | 16,0 | 39,8 |
| СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 72,2 | 32,0 | 79,6 |
| СПВ 1200 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 62,0 | 21,8 | 54,2 |
| СПВ 2400 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) | 57,6 | 17,4 | 43,2 |
| $N_{50}P_{50}K_{50}$ | 60,8 | 20,6 | 51,3 |
| НІР 0,05 | 2,3 | - | - |

*Джерело:* власні дослідження.

За даними табл. 5 видно, що внесення СПВ різної концентрації та пробіотику на посівах кукурудзи приводить до значного підвищення урожайності. Так, використання норми СПВ 900, 1200 та 2400 л/га підвищило урожайність на 28,6 ц/га, 20,9 та 16,0 ц/га (на 71,1 %, 51,9 та 39,8 % відповідно, порівняно з контролем). Але комплексне використання цих концентрацій СПВ (900, 1200 та 2400 л/га) з пробіотиком (100 л/га, 10 % розведення) дозволило підвищити цю ефективність: 32,0 ц/га, 21,8 та 17,4 ц/га (на 79,6 %, 54,2 та 43,2 % відповідно, порівняно з контролем). Використання мінеральних добрив $N_{50}P_{50}K_{50}$ дозволило підвищити урожайність на 20,6 ц/га, тобто на 51,3 % порівняно з контролем, що дещо нижче (на 0,5 %) порівняно з найкращим варіантом СПВ

900 л/га та пробіотику 100 л/га (10 % розведення). Отже, найкращий ефект отримано, як і у варіанті на пшениці озимій, – при використанні суміші СПВ 900 л/га та пробіотику (100 л/га, 10 % розведення) у якості основного добрива.

Таким чином, сприятливий вплив СПВ та пробіотику як основного добрива відмічається не тільки на посівах озимої пшениці, але і кукурудзи.

**Висновки.** Визначено, що використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у якості основного добрива сприяє оптимізації мікробного ценозу ґрунту та формуванню сталих агросистем. Дослідження щодо формування інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – СПВ (при нормах внесення 900–2400 л/га) та пробіотику (100 л/га, 10 % розведення) проводили протягом 2016–2021 рр.

Проведені дослідження щодо комплексного застосування пробіотику (100 л/га, 10 % розведення) та СПВ при нормах внесення 900–2400 л/га, дозволили визначити оптимальну концентрацію СПВ – 900 л/га, при якій приріст урожаю озимої пшениці становив 28,9 % порівняно з контролем, а приріст урожаю кукурудзи становив 79,6 % порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при цих концентраціях СПВ та пробіотику складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, зокрема стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні пожнивних решток. Одержані результати досліджень дають можливість у подальшому використовувати суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.

Отже, запропоновано інноваційний екологоорієнтований метод удобрення сільськогосподарських культур на основі використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води, що дозволяє підвищити їх урожайність та якість сільськогосподарської продукції при сталому функціонуванні агроекосистем.

Одним із перспективних напрямів дослідження може бути вивчення впливу високої мінералізації СПВ на потенційну засоленість ґрунтів, що важливо враховувати при зрошуванні мінералізованими ґрунтовими та міжпластовими водами. Крім того, важливим у перспективі є дослідження можливостей використання суміші СПВ і пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах інших сільськогосподарських культур.

**Список використаних джерел**

1. Бойко М., Домарацький Є. Стимулятор із приставкою «еко». *The Ukrainian Farmer*. 2020. № 3. С. 28–36. URL: http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/5149?show=full.

2. Нікітенко М., Аверчев О. Біологічні методи боротьби з хворобами на посівах проса. *Грааль науки.* 2021. № 1. С. 176–179. https://doi.org/10.36074/grail-ofscience.

3. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: екологічно

обґрунтовані системи: навч. посіб. Полтава: Камелот, 2000. 188 с.

4. Yussefi M., Willer H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Future Prospects. URL: www.ifoam.org.

5. Шувар І. А., Бегей С. В., Томашівський З. М., Андрушків М. І. Агроекологічні основи високоефективного вирощування польових культур у сівозмінах біологічного землеробства. Львів: Українські технології, 2003. 36 с.

6. Калініченко А. В., Писаренко В. М. Особливості формування екологічно збалансованих агроекосистем. Київ: Колообіг, 2005. 352 с.

7. Писаренко П. В., Самойлик М. С., Тараненко А. О., Цьова Ю. А. Удосконалення технології отримання високоякісних органічних добрив з використанням супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. 1(24). С. 192–203. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-14.

8. Технологія відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах / за ред. С. М. Рижука, В. В. Медвєдєва. Харків: ННЦ «ІҐА імені О.Н. Соколовського», 2003. 214 с.

9. Taylor J. P., Wilson B., Mills M. S., Burns R. G. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002. No. 34. Pp. 387–401. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00199-7.

10. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків: 13 типографія, 2005. 167 с.

11. Kucher A. Estimation of effectiveness of usage of liquid organic fertilizer in the context of rational land use: a case study of Ukraine. *Przeglad Wschodnioeuropejski*. 2017. Vol. VIII. No. 2. Pp. 95–105. https://doi.org/10.31648/pw.3573.

12. Федерація органічного руху України. URL: http://www.organic.com.ua.

13. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 478 с.

14. Виробництво та використання органічних добрив: монографія / І. А. Шувар та ін. Івано-Франківськ: Симфонія Форте, 2015. 595 с.

15. Патика В. П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай, 1993. 176 с.

16. Писаренко В. М. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава: ФОП Мирон І.А., 2017. 133 с.

17. Мінькова О. Г. Шляхи та способи переходу від традиційного аграрного виробництва до органічного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 3–11.

18. Волкогон В. В. Деркач С. М., Дімова С. Б., М’ягка М. В., Луценко Н. В., Штанько Н. П. Біокомпостування органічного субстрату на основі пташиного посліду за інтродукції асоціації грибів Trichoderma harzianum. *Агроекологічний*

*журнал*. 2018. № 1. С. 108–114.

19. Колісник Н. М., Тимофійчук Б. В., Сендецький В. М. Деструкція соломи – невід’ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 279–280.

20. Русаков Д. С., Дідух В. Ф., Том’юк В. В. Промислове виробництво органічних, органо-мінеральних та гранульованих добрив на основі сапропелів. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* 2014. № 18. С. 37–42.

21. Чабанюк Я. В., Бровко І. С., Кордунян О. О. ДЦ (деструктор целюлози) – препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука*. 2016. № 4. С. 7–8.

22. Taylor J. P., Wilson B., Mills M. S., Burns R. G. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry.* 2002. Vol. 34. Pp. 387–400. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00199-7.

23. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers – a critical review. *International Agrophysics.* 2018. Vol. 32(1). Pp. 11–18. https://doi.org/10.1515/intag-2016-0093.

24. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки.* 2010. № 5. С. 25–28.

25. Смірнов В. В., Патика В. П., Підгорський В. С. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроекологічний журнал.* 2002. № 3. С. 3–8.

26. Abdel-Dayem E. A., Erriquens F., Verrastro V., Sasanelli N., Mondelli D., Cocozza C. Nematicidal and fertilizing effects of chicken manure, fresh and composted olive mill wastes on organic melon. *Helminthologia.* 2012. Vol. 49. Pp. 259–269. https://doi.org/10.2478/s11687-012-0048-4.

27. Delgado M. M., Martin J. V., De Imperial R. M., L.-Cófreces C., García M. C. Phytotoxicity of uncomposted and composted poultry manure. *African Journal of Plant Science.* 2010. Vol. 4(5). Pp. 154–162.

28. Indriyati L. T. Chicken manure composts as nitrogen sources and their effect on the growth and quality of komatsuna (Brassica rapa L.). *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences.* 2014. Vol. 20(1). Pp. 52–63.

29. Дерев’янко С. В., Дяченко Г. М., Божок Л. В. Ефективність пробіотичного препарату БПС-44. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2005. № 1–2. С. 128–135.

30. Kishko Y. G., Vasylenko M. I., Kovalenko E. A. Influence of Bacillus subtilis lectin on functional activity of phagocytes. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal.* 1998. No. 1. Pp. 20–26.

31. Pysarenko P., Samoilik M., Taranenko A., Tsova Y., Sereda M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agrocenosis. *Agraarteadus.* 2021. Vol. 32(2). Pp. 303–306. https://doi.org/10.15159/jas.21.41.

32. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Тараненко А. О.

Агроекологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунтові мікроорганізми. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 157–164. https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.19.

33. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Середа М. С. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 187–195. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.23.

34. Люта В.А., Кононов О.В. Практикум з мікробіології: навч. посіб. Київ: Медицина, 2018. 184 с.

35. Андреюк Є. І., Іутінська Г. А., Дульгеров А. М. Ґрунтові мікроорганізми та інтенсивне землекористування. Київ: Наукова думка, 1988. 187 с.

36. Іутинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149–155.

37. 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. Pp. 32–40. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.12.026.

38. Філон В. І., Казаков В. О., Ольховський Г. Ф. Методика агрохімічних досліджень: навч. посіб. Харків. 2017. 176 с.

39. 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. Pp. 392–401.

40. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. Москва: Аргопромиздат. 1986. 416 с.

41. Панникова В. Д. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Москва, 1975. 128 с.

42. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-07-01]. Київ, 2005. 9 с.

43. ДСТУ ISO 11464:2007 Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу. (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Київ, 2009. 12 с.

44. ДСТУ ISO 10390:2021 Якість ґрунту. Визначення pH ґрунту. [Чинний від 2009-10-01]. Київ, 2009. 11 с.

45. ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського [Чинний від 2017-07-01]. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2017. 11 с.

46. ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005 Якість ґрунту. Визначення нітрату, нітриту і амонію в ґрунтах польової вологості екстрагуванням розчином хлориду калію. Частина 1. Ручний метод (ISO/TS 14256-1:2003, IDT). [Чинний від 2006-10-01]. Київ, 2006. 16 с.

47. ДСТУ 7908:2015 Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній

витяжці. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 14 с.
48. ISO 11504:2017 “Soil quality – Assessment of impact from soil contaminated with petroleum hydrocarbons” [Valid from 2017]. Kyiv, 24 p.
49. ДСТУ 7832:2015 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 12 с.
50. ДСТУ 4770.3:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2009. 14 с.
51. ДСТУ 4770.6:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2009. 14 с.
52. ДСТУ 4770.2:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2009. 14 с.
53. ДСТУ ISO 16772:2005 Якість ґрунту. Визначення ртуті в ґрунтових екстрактах царською водою методом атомної спектрометрії холодної пари або атомнофлуоресцентної спектрометрії холодної пари. [Чинний від 2008-01-01]. Київ, 2008. 12 с.
54. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Колос. 1973. 383 с.
55. Патика В. П., Тихонович І. А., Ріліп’єв І. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай. 1993. 176 с.
56. Kaminskyi A., Nehrey M., Komar M. Complex risk analysis of investing in agriculture ETFs. *International Journal of Industrial Engineering & Production*. 2020. Vol. 31(4). Pp. 579–586. https://doi.org/10.22068/ijiepr.31.4.579.

**References**

1. Boiko, M., & Domaratskyi, Ye. (2020). Stymuliator iz prystavkoiu «eko». *The Ukrainian Farmer,* 3, 28–36. Available at: http://dspace.ksau.kherson.ua/handle/123456789/5149?show=full.
2. Nikitenko, M., & Averchev, O. (2021). Biolohichni metody borotby z khvorobamy na posivakh prosa. *Hraal nauky,* 1, 176–179. https://doi.org/10.36074/grail-ofscience.
3. Pysarenko, V. M., & Pysarenko, P. V. (2000). *Zakhyst roslyn: ekolohichno obgruntovani systemy* [Plant protection: ecologically based systems]. Poltava, Kamelot.
4. Yussefi, M., & Willer, H. (n.d.). *The world of organic agriculture. Statistics and Future Prospects*. Available at: www.ifoam.org.
5. Shuvar, I. A., Behei, S. V., Tomashivskyi, Z. M., & Andrushkiv, M. I. (2003). *Ahroekolohichni osnovy vysokoefektyvnoho vyroshchuvannia polovykh kultur u sivozminakh biolohichnoho zemlerobstva* [Agroecological foundations of highly

efficient cultivation of field crops in crop rotations of biological agriculture]. Lviv, Ukrainski tekhnolohii.

6. Kalinichenko, A. V. (2005). *Osoblyvosti formuvannia ekolohichno zbalansovanykh ahroekosystem* [Features of the formation of ecologically balanced agroecosystems]. Kyiv, Koloobih.

7. Pisarenko, P. V., Samoilik, M. S., Taranenko, A. O., & Tsova, Yu. A. (2022). Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Agriculture and forestry*, 1(24), 192–203. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-14.

8. Ryzhuk, S. M., & Medviediev, V. V. (Eds.) (2003). *Tekhnolohiia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv v suchasnykh umovakh* [Technology of reproduction of soil fertility in modern conditions], Kharkiv, NSC "ISSAR named after O. N. Sokolovsky".

9. Taylor, J. P., Wilson, B., Mills, M. S., & Burns, R. G. (2002). Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 387–401. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00199-7.

10. Kysil, V. I. (2005). *Ahrokhimichni aspekty ekolohizatsii zemlerobstva* [Agrochemical aspects of agricultural greening]. Kharkiv, 13 typohrafiia.

11. Kucher, A. (2017). Estimation of effectiveness of usage of liquid organic fertilizer in the context of rational land use: a case study of Ukraine. *Przeglad Wschodnioeuropejski*, VIII(2), 95–105. https://doi.org/10.31648/pw.3573.

12. Organic Federation of Ukraine (n.d.). Available at: http://www.organic.com.ua.

13. Honcharuk, I. V., Kovalchuk, S. Ia., Tsytsiura, Ya. H., & Lutkovska, S. M. (2020). *Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini* [Dynamic processes of development of organic production in Ukraine]. Vinnytsia, TVORY.

14. Shuvar, I. A., Bunchak, O. M., Sendetskyi, V. M., Tymofiichuk, O. B., Bakhmat, O. M., & Kolisnyk, N. M. (2015). *Vyrobnytstvo ta vykorystannia orhanichnykh dobryv* [Production and use of organic fertilizers]. Ivano-Frankivsk, Symfoniia Forte.

15. Patyka, V. P. (1993). *Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo* [Microorganisms and alternative agriculture]. Kyiv, Urozhai.

16. Pysarenko, V. M. (2017). *Orhanichne zemlerobstvo dlia pryvatnoho sektora* [Organic farming for the private sector]. Poltava, FOP Myron I.A.

17. Minkova, O. H. (2016). Ways and methods of transition from traditional agricultural production to organic. *Visnyk Umanskoho Natsionalnoho Universytetu Sadivnytstva*, 1, 3–11.

18. Volkohon, V. V. Derkach, S. M., Dimova, S. B., Miahka, M. V., Lutsenko, N. V., & Shtanko, N. P. (2018). Biocomposting of an organic substrate based on bird droppings with the introduction of a mushroom association Trichoderma harzianum. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, 1, 108–114.

19. Kolisnyk, N. M., Tymofiichuk, B. V., & Sendetskyi, V. M. (2017).

Destruction of straw is an integral component of biologization of agriculture. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*, 1, 279–280.

20. Rusakov, D. S., Didukh, V. F., & Tomiuk, V. V. (2014) Industrial production of organic, organo-mineral and granular fertilizers based on sapropels. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu*, 18, 37–42.

21. Chabaniuk, Ya. V., Brovko, I. S., & Kordunian, O. O. (2016). DTs (destruktor tseliulozy) – preparat dlia upravlinnia gruntovoiu rodiuchistiu. *Ahrarna nauka*, 4, 7–8.

22. Taylor, J. P., Wilson, B., Mills, M. S., & Burns, R. G. (2002). Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 387–400. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00199-7.

23. Beck-Broichsitter, S., Fleige, H., & Horn, R. (2018). Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers – a critical review. *International Agrophysics*, 32(1), 11–18. https://doi.org/10.1515/intag-2016-0093.

24. Volkohon, V. V., Dimova, S. B., & Volkohon, K. I. (2010). The effect of microbial preparations on the assimilation of nutrients by cultivated plants. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5, 25–28.

25. Smirnov, V. V., Patyka, V. P., & Pidhorskyi, V.S. (2002). Microbial biotechnology in agriculture. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, 3, 3–8.

26. Abdel-Dayem, E. A., Erriquens, F., Verrastro, V., Sasanelli, N., Mondelli, D., & Cocozza, C. (2012). Nematicidal and fertilizing effects of chicken manure, fresh and composted olive mill wastes on organic melon. *Helminthologia*, 49, 259–269. https://doi.org/10.2478/s11687-012-0048-4.

27. Delgado, M. M., Martin, J. V., De Imperial, R.M., L.-Cófreces, C. & García, M. C. (2010). Phytotoxicity of uncomposted and composted poultry manure. *African Journal of Plant Science*, 4(5), 154–162.

28. Indriyati, L. T. (2014). Chicken manure composts as nitrogen sources and their effect on the growth and quality of komatsuna (Brassica rapa L.). *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 20(1), 52–63.

29. Derevianko, S. V., Diachenko, H. M., & Bozhok, L. V. (2005). Effectiveness of probiotic preparation BPS-44. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*, 1–2, 128–135.

30. Kishko, Y. G., Vasylenko, M. I., & Kovalenko, E. A. (1998). Influence of Bacillus subtilis lectin on functional activity of phagocytes. *Microbiological Journal*, 1, 20–26.

31. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., & Sereda, M. (2021). Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agrocenosis. *Agraarteadus*, 32(2), 303–306. https://doi.org/10.15159/jas.21.41.

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

33. Pysarenko, P. V., Samoilik, M. S., Dychenko, O. Iu., & Sereda, M. S. (2021). Medical, biological and toxicological assessment of using bio-preparations in arable farming. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 187–195. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.23.

34. Liuta, V. A., & Kononov, O. V. (2018). *Praktykum z mikrobiolohii* [Workshop on microbiology]. Kyiv, Medytsyna.

35. Andreiuk, Ye.I., Iutinska, H.A., & Dulherov, A. M. (1988). *Gruntovi mikroorhanizmy ta intensyvne zemlekorystuvannia* [Soil microorganisms and intensive land use]. Kyiv, Naukova dumka.

36. Iutynska, H. O. (2017). Microbial biotechnologies for the implementation of a new global program to ensure the sustainable development of the agricultural sector of Ukraine. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, 2, 149–155.

37. 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 https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.12.026.

38. Filon, V.I., Kazakov, V.O., & Olkhovskyi, H.F. (2017). *Metodyka ahrokhimichnykh doslidzhen: navchalnyi posibny* [Methodology of agrochemical research]. Kharkiv.

39. 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.

40. Vadyunina, A.F., & Korchagina, Z.A. (1986). *Metody issledovaniya fizicheskih svojstv pochv* [Methods for studying the physical properties of soils]. Moscow, Argopromizdat.

41. Pannikova, V.D. (1975). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovanij v dlitelnyh opytah s udobreniyami* [Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers], Moscow.

42. DSTU 4287:2004 “Soil quality. Sampling of samples” [Valid from 2005-07-01]. Kyiv.

43. DSTU ISO 11464:2007 “Soil quality. Pretreatment of samples for physical and chemical analysis” (ISO 11464:2006, IDT) [Valid from 2009-10-01]. Kyiv.

44. DSTU ISO 10390:2021 “Soil quality. Determination of soil pH” [Valid from 2009-10-01]. Kyiv.

45. DSTU 8347:2015 Soil quality. Determination of mobile sulfur in the modification of the NSC “ISSAR named after O. N. Sokolovsky” [Valid from 2017-07-01]. Kyiv.

46. DSTU ISO/TS 14256-1:2005 “Soil quality. Determination of nitrate, nitrite and ammonium in field moisture soils by extraction with potassium chloride solution. Part 1. Manual method” (ISO/TS 14256-1:2003, IDT). [Valid from 2006-10-01]. Kyiv.

47. DSTU 7908:2015 “Soil quality. Determination of chloride ion in aqueous extract” [Valid from 2016-07-01]. Kyiv.

48. ISO 11504:2017 "Soil quality – Assessment of impact from soil contaminated with petroleum hydrocarbons" [Valid from 2017]. Kyiv.

49. DSTU 7832:2015 "Soil quality. Determination of the content of mobile lead compounds in a single-normal hydrochloric acid extract by the method of atomic absorption spectrophotometry" [Valid from 2016-07-01]. Kyiv.

50. DSTU 4770.3:2007 "Soil quality. Determination of the content of mobile cadmium compounds in the soil in the buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry" [Valid from 2009-01-01]. Kyiv.

51. DSTU 4770.6:2007 "Soil quality. Determination of the content of mobile copper compounds in the soil in a buffered ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry" [Valid from 2009-01-01]. Kyiv.

52. DSTU 4770.2:2007 "Soil quality. Determination of the content of mobile zinc compounds in the soil in a buffer ammonium acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry" [Valid from 2009-01-01]. Kyiv.

53. DSTU ISO 16772:2005 "Soil quality. Determination of mercury in soil extracts with aqua regia by cold vapor atomic spectrometry or cold vapor atomic fluorescence spectrometry" [Valid from 2008-01-01]. Kyiv.

54. Dospehov, B. A. (1973). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezultatov issledovanij)* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kolos.

55. Patyka, V. P., Tykhonovych, I. A., & Rilipiev, I. D. (1993). *Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo* [Microorganisms and alternative agriculture]. Kyiv, Urozhai.

56. Kaminskyi, A., Nehrey, M., & Komar, M. (2020). Complex Risk Analysis of Investing in Agriculture ETFs. *International Journal of Industrial Engineering & Production*, 31(4), 579–586. https://doi.org/10.22068/ijiepr.31.4.579.