

УДК 631.879

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.40>

## ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

**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

**Лісконог К.М.** – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування

та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

**Бибик Є.Ю.** – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування

та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Вивчення питання використання пробіотичних препаратів у системі землеробства є інноваційним та потребує подальшого дослідження. У той же час потрібно відзначити, що мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дії, залежність від зовнішніх факторів. Тому доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води (СПВ) у системі сталого функціонування агроєкосистем.

Метою роботи стало дослідження можливостей використання суміші СПВ (супутньо-пластової води) та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. 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 склала 51,3 ц/га, що на 28,9% вище за контроль. Встановлено, що найкращою дозою СПВ у даній 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% порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при даних концентраціях СПВ та пробіотику складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, зокрема стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які приймають участь у розкладанні поживних решток. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ та пробіотику збільшується як відразу після внесення, потім на протязі послідує місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій. Також встановлено відсутність негативного впливу суміші СПВ та пробіотику на структуру ґрунту при внесенні їх в певних дозах СПВ – від 600 до 1200 л/га, пробіотику у дозі 100 л/га (10% розведення). Таким чином, одержані результати проведених досліджень

дають можливість в подальшому використовувати суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.

Таким чином, визначено, що використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у якості основного добрива сприяє оптимізації мікробного ценозу ґрунту та формуванню сталих агроєкосистем. У роботі 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 агроєкосистем.

**Ключові слова:** пробіотичні препарати, супутньо-пластова вода, добриво, стале функціонування агроєкосистем, ґрунт.

***Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Iu., Liskonoh K.M., Bybyk Ye.Iu. Ecologization of the fertilizer system of agricultural cultures through the use of a mixture of ground water and probiotic preparations***

The study of the issue of the use of probiotics in the agricultural system is innovative and requires further research. At the same time, it should be noted that microbial preparations, despite the undeniable ecological feasibility of their use, have such a disadvantage as the instability of their actions, dependence on external factors. Therefore, it is advisable to expand the scientific search for innovative environmentally safe means of soil restoration, in particular, regarding the synergistic effect of probiotic preparations and associated formation water (SW) in the system of sustainable functioning of agroecosystems.

The aim of the work was to investigate the possibilities of using a mixture of SPR (combined formation water) and probiotic preparations as the main fertilizer on agricultural crops. Research on the formation of innovative fertilizers based on biological methods – SPV (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 SPV 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 SPV 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 SPV 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 SPV and probiotics increases immediately after application, then during the following months their number equalizes to the control level. The use of SPV 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 SPV and probiotics on the soil structure when they are applied in certain doses of SPV – 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 SPV and probiotic preparations as the main fertilizer on crops.

Thus, it was determined that the use of a mixture of probiotic preparations and accompanying formation water as the main fertilizer contributes to the optimization of the microbial coenosis of the soil and the formation of sustainable agrosystems. The work proposes an innovative ecologically oriented method of fertilizing agricultural crops based on the use of a mixture of probiotic preparations and accompanying reservoir water, which allows to increase their productivity and the quality of agricultural products with the sustainable functioning of agroecosystems.

**Key words:** probiotic preparations, groundwater, fertilizer, sustainable functioning of agroecosystems, soil.

**Постановка проблеми.** Відомо, що інтенсивні методи сільськогосподарського виробництва, які пов'язані з великими витратами енергії, дозволили досягти високої продуктивності сільськогосподарських культур. Однак сучасні пріоритетні напрямки землеробства у світі, зважаючи всі плюси і мінуси, все більше уваги приділяють пошуку шляхів переходу до альтернативних ресурсозберігаючих екологобезпечних агротехнологій [1–5]. Це викликано з одного боку екологічними проблемами, які виникли у процесі інтенсифікації, а іншого – необхідністю зменшення витрат ресурсів промислового походження, які потребують значних

додаткових витрат антропогенної енергії. Прикладом такого підходу є відновлювальна система землеробства у США, органічна, біодинамічна, біологічна в Європі, відома травопільна система землеробства, засновником якої був академік В.Р. Вільямс [6–8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як зазначають більшість вітчизняних та зарубіжних дослідників [9–12], одним із пріоритетних напрямків екологізації землеробства є використання органічних добрив. Дослідженням питань щодо покращення якості органічних добрив займалися значна кількість як зарубіжних так і вітчизняних вчених: В.В. Волкогон, С.М. Деркач [13], Н.М. Колісник, Б.В. Тимофійчук [14], Д.С. Русаков, В.Ф. Дідух [15], Я.В. Чабанюк, І.С. Бровко [16], J.P. Taylor [17]. Досить багато досліджень направлено на отримання високоякісних органічних добрив за рахунок використання різних штамів мікроорганізмів [18–21].

Останнім часом активно досліджується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів [22]. 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, у порівнянні з хімічними препаратами [23].

Вивчення питання використання пробіотиків у системі землеробства є інноваційним та потребує подальшого дослідження. У той же час потрібно відзначити, 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 [24], яка в той же час є джерелом макро– і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води (СПВ) у системі сталого функціонування агроєкосистем.

*Мета роботи* – дослідження можливостей використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах пшениці озимої.

**Постановка завдання.** Протягом 2016–2021 рр. на дослідних полях Полтавського державного аграрного університету проводилися дослідження щодо використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів, як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. У даному 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 використовувалась супутньо-пластова вода (СПВ) Решетилівського газонафтового родовища, що розташоване в Полтавській області (Україна) та за критерієм мінералізації належать до високомінералізованих. За іонним складом СПВ належить до хлор-кальцієвого типу, містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, досліди проводили у трьох повторях. Наважки перемішували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом Д. Звягінцева [25]. 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 [25–28]. 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); нітрифікатори визначали в рідкому середовищі Віноградського (1 мл суспензії, 2–4 розведення) та на вилугованому голодному агарі з 2,5 мл 20%-ного розчину  $MgNH_4 \cdot 6H_2O$  (посів на поверхні); денітрифікатори – на середовищі МПА з 0,1% аміачної селітри; кількість мікроскопічних грибів – на агарізованому середовищі Чапека з молочною кислотою, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА); кількість спорових форм мікроорганізмів – після пастеризації на МПА з вуглеводами, або на середовищі – сусло-агар (СА); кількість патогенних форм мікроорганізмів відповідно [25].

Після засіву поживних середовищ їх інкубували при температурі 28 °С упродовж 5–14 діб (залежно від швидкості росту мікроорганізмів певних груп) [29]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) на 1 г абсолютно сухого ґрунту. Для цього термостатно-ваговим методом визначали вологість зразка ґрунту, взятого для дослідів, і перераховували отриману кількість колоній з урахуванням коефіцієнта вологості та розведення ґрунтової суспензії. Досліди проводили в трьох повторях.

Фізико-механічні властивості ґрунту (структура, вміст водотривких агрегатів) досліджували за методом Штатнова, Савинова [30]. Облік врожаю зернових культур здійснювали збиранням снопового зразка в 3-х кратній повторності на облікових ділянках в фазі повної стиглості зерна, а кукурудзи суцільним методом на варіанті дослідів у фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового дослідів [31].

**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) проводили протягом 2016–2021 рр. (табл. 1).

Дослідження проводилися у виробничих умовах. Внесення супутньо-пластової води проводили за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Одержані результати вказують, що 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 складала 51,3 ц/га, що на 28,9% вище за контроль. Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що внесення СПВ та пробіотиків сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу (табл. 2).

Таким чином, при використанні у 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 приймають участь у розкладанні поживних решток.

Відмічене і значне підвищення життєдіяльності й олігонітрофільних мікроорганізмів, які використовують низькі концентрації мономерів і завершують мінералізацію органічних решток. Питома вага мікроорганізмів в мікробному ценозі

Таблиця 1  
Вплив норм внесення СПВ та пробіотику на урожайність пшениці озимої  
(середнє за роки досліджень)

| Варіанти досліджу                                     | Середня уро-<br>жайність, ц/га | Приріст урожаю |      |
|---|--------------------------------|----------------|------|
|   |                                | ц/га           | %    |
| Контроль<br>(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<br>(100 л/га, 10% розведення)  | 51,3                           | 11,5           | 28,9 |
| СПВ 1200 л/га+пробіотик<br>(100 л/га, 10% розведення) | 48,9                           | 9,1            | 22,7 |
| СПВ 2400 л/га+пробіотик<br>(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                            |                |      |

Таблиця 2  
Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин  
в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту, середнє значення

| Варіант досліджу                         | Загаль-<br>на кіль-<br>кість<br>бакте-<br>рій, млн | Педо-<br>трофні<br>мікро-<br>організ-<br>ми, млн | Оліго-<br>трофні<br>мікро-<br>органі-<br>зм, млн | Амоні-<br>фікато-<br>ри,<br>млн | Азотфік-<br>суючі<br>бактерії,<br>млн | Актино-<br>міцети,<br>млн | Гриби,<br>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<br>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<br>+пробіотик<br>(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      |

значна і становить у ґрунті на контролі –  $5.9 \pm 0.21$  млн (кількості клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту), при використанні СПВ у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га дане значення склало  $19.2 \pm 0.90$  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 як відразу після внесення, потім на протязі послідовних місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій.

Також протягом 2016–2021 рр. проведено дослідження щодо зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику у якості

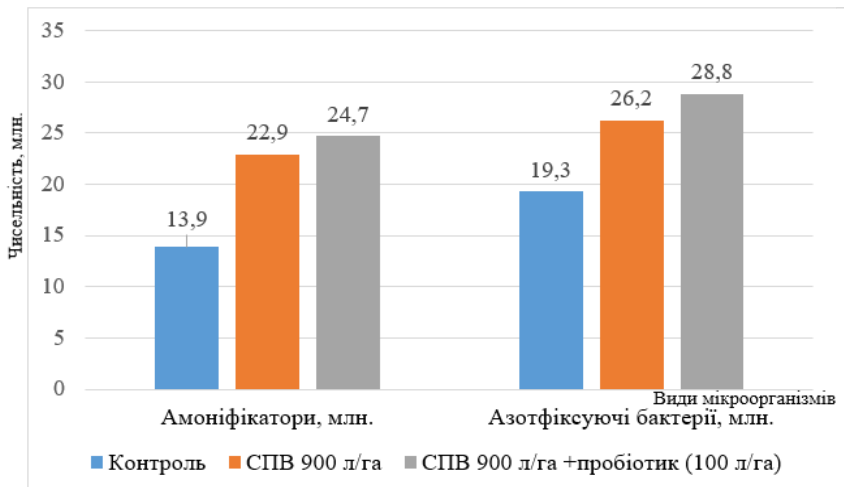


Рис. 1. Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 30 добу після внесення (усереднені дані за 2016–2021 рр., контроль – без СПВ та пробіотику)

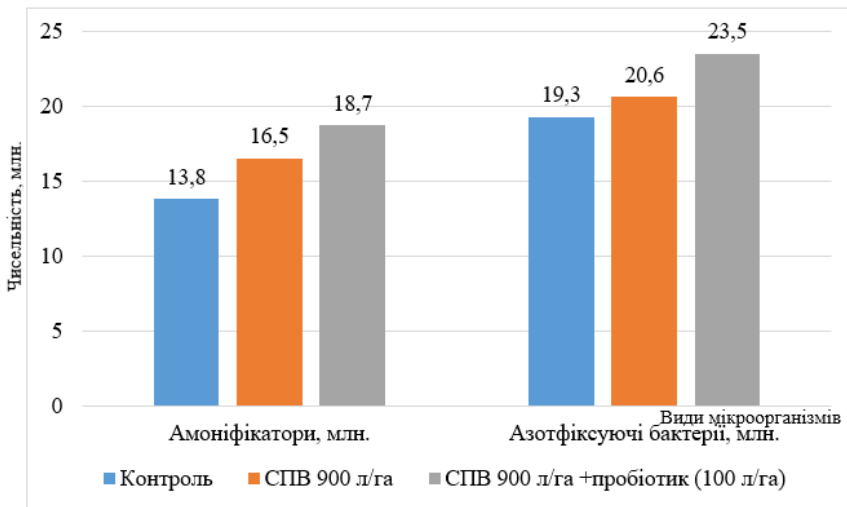


Рис. 2. Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 60 добу після внесення (усереднені дані за 2016–2021 рр., контроль – без СПВ та пробіотику)

органічного добрива на посівах озимої пшениці. 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.

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 проводився 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 таблиці 3.

Таблиця 3

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

| Варіант  | Вміст 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        |

У результаті одержаних досліджень встановлено, 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 знижувалась (при внесенні СПВ 2400 л/га вміст у ґрунті водотривких агрегатів, в 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 в певних дозах СПВ – від 600 до 1200 л/га, пробіотик у дозі 100 л/га (10% розведення).

Серед 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).

Слід відмітити те 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

Таблиця 4

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

| Варіанти дослідів                                    | рН 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 <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>      | 6,4                   | 30,5                   | 149     | 34,4       | 340                  | 0,090               | 0,8 | 6  | 23 | –  |

у запропонованих дозах стимулюють ріст і розвиток не тільки рослин, але і ґрунтової біоти, яка є безпосереднім споживачем аніонів та катіонів.

Також використання СПВ в 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.

**Висновки і пропозиції.** Проведені дослідження щодо комплексного застосування пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) та СПВ при нормах внесення 900–2400 л/га, дозволили визначити оптимальну концентрацію СПВ – 900 л/га, при якій приріст урожаю озимої пшениці склав 28,9% порівняно з контролем, а приріст урожаю кукурудзи склав 79,6% порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при даних концентраціях СПВ та пробіотику складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, зокрема стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які приймають участь у розкладанні поживних решток.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко М., Домарацький Є. Стимулятор із приставкою «еко». *The Ukrainian Farmer*. 2020. № 3. С. 28–36.
2. Нікітенко М., Аверчев О. Біологічні методи боротьби з хворобами на посівах проса. *Грааль науки*. 2021. № 1. С. 176–179.
3. Писаренко В.М., Писаренко П.В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи: навч. посіб. Полтава: Камелот, 2000. 188 с.



4. Nasonkina N G. Pretreatment of waste water with probiotic agents. MOTROL. *Commission of motorization and energetic in agriculture*. Lublin: Polish Academy of sciences. 2014. Vol. 16. № 6. P. 125–132.
5. 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.
6. Рижук С.М., Медведєв В.В. Технологія відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах. Харків, 2003. 214 с.
7. Єщенко В.О., Карнаух О.Б., Усик С.В. Історія розвитку і класифікація сучасних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 116. С. 47–53.
8. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур/ за ред. В.Ф. Камінського. Київ: В.П. «Едельвейс», 2012. 196 с.
9. Екологічні проблеми землеробства/ за ред. В.П. Чудзе. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 708 с.
10. Taylor J.P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002. № 34. P. 387–401.
11. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків: 13 типографія, 2005. 167 с.
12. Cloern J. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*. 2001. P. 223–253.
13. 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.
14. Колісник Н.М., Тимофійчук Б.В., Сендецький В.М. Деструкція соломи – невід'ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 279–280.
15. 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.
16. Чабанюк Я.В., Бровко І.С., Кордунян О.О. ДЦ (деструктор целюлози) – препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука*. 2016. № 4. С. 7–8.
17. Taylor, J.P., Wilsona, B., Millsb, 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. 34. P. 387–400.
18. 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. 32(1). P. 11–18.
19. 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.
20. Смірнов В.В., Патица В.П., Підгорський В.С. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроекологічний журнал*. 2002. № 3. С. 3–8.
21. Abdel-Dayem E.A., Erriquens F., Verrastro V., Sasanelli N., Mondelli D., Coccoza C. Nematicidal and fertilizing effects of chicken manure, fresh and composted olive mill wastes on organic melon. *Helminthologia*. 2012. № 49. 259–269.
22. Дерев'янюк С.В., Дяченко Г.М., Божок Л.В. Ефективність пробіотичного препарату БПС-44. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2005. № 1–2. С. 128–135.
23. Pysarenko P., Samoilik M., Taranenko A., Tsova Y., Sereda M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agrocenosis. *Agraarteadus*. 2021. 32(2). P. 303–306.

24. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М.С. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 187–195.
25. Люта В.А., Кононов О.В. Практикум з мікробіології: навч. посіб. Київ: Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2018. 184 с.
26. Андрушок Є.І., Іутінська Г.А., Дульгеров А.М. Ґрунтові мікроорганізми та інтенсивне землекористування: підручник. Київ: Наукова думка, 1988. 187 с.
27. Ютинська Г.О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми. забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149–155.
28. 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. № 107. P. 32–40.
29. Li X., Rui J., & Mao Y. Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. № 68. P. 392–401.
30. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: учеб. пособие. Москва: Агропромиздат. 1986. 416 с.
31. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. Москва: Колос. 1973. 383 с.

УДК 639.515.082

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.41>

## ВПЛИВ ГОДІВЛІ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК МОЛОДІ АВСТРАЛІЙСЬКИХ ЧЕРВОНОКЛЕШНЕВИХ РАКІВ

**Слюсар М.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва, переробки  
та якості продукції тваринництва,  
Поліський національний університет

**Ковальчук І.І.** – к.вет.н.,

доцент кафедри технологій виробництва, переробки  
та якості продукції тваринництва,  
Поліський національний університет

**Кочук-Яценко О.А.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,  
Поліський національний університет

**Кучер Д.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,  
Поліський національний університет

Перспективним елементом аквакультури ракоподібних є вирощування та відтворення прісноводних раків у промислових масштабах. Впровадження цього процесу в практику ґрунтується на знанні їх біологічних характеристик, інтенсивних методів вирощування, прогресивних технологіях тощо. У статті подано результати досліджень щодо росту і розвитку молоді рака австралійського червоноклешиного у період з 85-ї по 150-ту доби життя на різних раціонах за умови вирощування в установках замкненого водопостачання,