

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЖИЛІН ОЛЕКСІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 631.421.2: 504.054

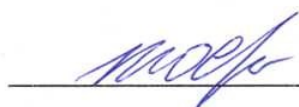
ДИСЕРТАЦІЯ

**БІОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ СУПУТНЬО-
ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИКІВ**

201 – Агрономія

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.



Жилін О. С.

Науковий керівник – **Писаренко Павло Вікторович**,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Полтава - 2026

АНОТАЦІЯ

Жилін О.С. Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» (галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»). Полтавський державний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Полтава, 2026.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої сільськогосподарської проблеми – науковому обґрунтуванню біологізації системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів в контексті сталого функціонування агроєкосистем.

У сучасних умовах відновлення техногенно забруднених агроценозів та формування сталих агроєкосистем є першочерговим завданням для забезпечення екологічної та продовольчої безпеки країни. Тому у сільськогосподарському господарстві актуалізується трьохстороння задача, яка включає екологічну сторону – відновлення ґрунту та забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнних дій, економічну – отримання сільськогосподарської продукції необхідної кількості та якості при обмежених фінансових можливостях аграріїв, соціальної – забезпечення продовольчої безпеки за рахунок якісної сільськогосподарської продукції необхідної кількості. Таким чином, виникнення нових аспектів соціально-економічного розвитку України вимагає інноваційних підходів до формування сталих агроєкосистем в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку.

Тому мета дослідження полягала в теоретичному обґрунтуванні і розробці науково-методичних засад використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води для удобрення кукурудзи як основи сталого функціонування агроєкосистем.

На основі проведеного дослідження інтенсивності протікання мікробіологічних процесів встановлено механізм дії суміші пробіотичних препаратів і супутньо-пластової води (СПВ) на мікробний ценоз та визначено, що найкращим варіантом досліду для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів є варіант з концентрацією СПВ 900 л/га та пробіотиком *Sviteco PBP* розведення 1:10 (дозою 100 л/га). Зокрема при використанні даної суміші кількість педотрофних мікроорганізмів зростає на 354-401% у порівнянні з контролем.

Обґрунтовано, що при комплексному внесенні СПВ та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) мінімальне значення коефіцієнту мінералізації–імобілізації спостерігалось при дозі СПВ 900 л/га, що свідчить про створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Визначено, що найкращі показники коефіцієнтів педотрофності та оліготрофності по досліду були зафіксовані при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (дозою 100 л/га) на 30 добу після внесення із значною післядією на 60 добу. Обґрунтовано, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 30 добу.

За результатами бактеріологічних та мікологічних досліджень гною встановлено, що під час комплексного використання СПВ (250 л/т) та пробіотику *Sviteco PBP* (100 л/т) на протязі трьох місяців для обробки буртів гною, рівень патогенних мікроорганізмів після 3-х місяців компостування знизився на 98-100%, а таких патогенів, як сальмонелла та кишкова паличка – не було виявлено, вміст патогенних грибів знизився на 88% порівняно з контролем. Встановлено, що комплексне використання даної суміші дозволяє знищити рудеральну рослинність, яка росте на буртах і збагачує гній на насіння бур'янів, а також значно знизити схожість насіння бур'янів яке вже міститься у органічних відходах тваринництва (на 60-100% у порівнянні з контролем), підвищити поживність за рахунок його збагачення на мікроелементи (вміст калію збільшився на 20,8%, фосфору - 41,8%, азоту

загального - 45,8%, органічної речовини - 10%). Всі ці переваги дають можливість отримати за допомогою СПВ та пробіотику високоякісне органічне добриво, яке не засмічує ґрунт насінням бур'янів, на відміну від необробленого по даній технології гною, і дозволяє оптимізувати поживний режим ґрунту. На основі проведеної економічної та енергетичної оцінки ефективності використання суміші СПВ дозою 250 л/т та пробіотику дозою 100 л/т (розбавлення 10%) для отримання органічних добрив на посівах кукурудзи встановлено, що даний метод є більш ефективним у порівнянні з стандартною технологією та контролем. Зокрема урожайність склала 79,2 ц/га, у той час як при використанні стандартної технології – 72,2 ц/га, на контролі – 54,1 ц/га.

На основі дослідження комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) та СПВ при різних нормах внесення 900-2400 л/га у якості основного добрива, встановлено оптимальну концентрацію СПВ у даній суміші - 900 л/га, при якій приріст урожаю кукурудзи склав 45,9% порівняно з контролем. Доведено, 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. Також використання супутньо-пластової води в дозах 900-2400 л/га не сприяло накопиченню нафтопродуктів і важких металів у ґрунті.

Обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5 %. При цьому чистий прибуток склав 31012,5 грн на 1 га, а рентабельність – 87,9%. КЕЕ у

запропонованій комплексній технології склав 5,93, у той час як на контрольному варіанті КЕЕ - 444, а при стандартній технології отримання органічного добрива – 3,32. Реалізація запланованих заходів відповідає принципам сталого розвитку та є їх частиною на локальному рівні.

***Ключові слова:** мікробіологічні процеси, ґрунт, сталий розвиток, системи удобрення, пробіотичні препарати, супутньо-пластова вода, агроєкосистеми.*

ANNOTATION

Zhilin O.S. Biologization of the corn fertilization system using associated stratum water and probiotics. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 “Agronomy” (branch of knowledge 20 “Agricultural Sciences and Food”). Poltava State Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava, 2026.

The dissertation is devoted to solving an important agricultural problem – the scientific substantiation of the biologization of the corn fertilization system using associated stratum water and probiotic preparations in the context of the sustainable functioning of agroecosystems.

In modern conditions, the restoration of technogenically polluted agrocenoses as a result of military operations in Ukraine and the formation of sustainable agroecosystems is a priority task for ensuring the country’s environmental and food security. Therefore, a three-sided task is being actualized in agriculture, which includes the ecological side - soil restoration and ensuring environmental safety in conditions of military operations, the economic side - obtaining agricultural products of the required quantity and quality with limited financial capabilities of farmers, and the social side - ensuring food security through high-quality agricultural products of the required quantity. Thus, the emergence of new aspects of the socio-economic development of Ukraine in

conditions of military operations requires innovative approaches to the formation of sustainable agro-ecosystems in the context of the biosphere paradigm of social values, which will create the prerequisites for the country's transition to an environmentally friendly development model.

Therefore, the purpose of the study was to theoretically substantiate and develop scientific and methodological principles for the use of probiotic preparations and associated formation water for fertilizing corn as the basis for the sustainable functioning of agro-ecosystems.

Based on the conducted study of the intensity of microbiological processes, the mechanism of action of a mixture of probiotic preparations and associated formation water on microbial coenosis was established and it was determined that the best option for the experiment to improve the vital activity of soil microbial coenosis is the option with a concentration of SPV 900 l/ha and the probiotic Sviteco PBP diluted 1:10 (dose 100 l/ha). In particular, when using this mixture, the number of pedotrophic microorganisms increases by 354-401% compared to the control, the number of ammonifying bacteria by 39-55% in the spring period and 42-111% in the autumn period compared to the control, respectively.

It is substantiated that with the complex application of SPV and probiotic 1:10 dilution (100 l/ha), the minimum value of the mineralization-immobilization coefficient was observed at a dose of MSV of 900 l/ha, which indicates the creation of favorable conditions for the development of soil microorganisms. It was determined that the best indicators of the coefficients of pedotrophicity and oligotrophicity in the experiment were recorded with the complex use of MSV at a dose of 900 l/ha and probiotic 1:10 dilution (dose 100 l/ha) on the 30th day after application with a significant aftereffect on the 60th day. It is substantiated that the complex application of MSV at a dose of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha at a dilution of 1:10 improves the enzymatic activity of the soil on the 30th day (in particular, polyphenol oxidase, peroxidase, catalase and urease).

According to the results of bacteriological and mycological studies of manure, it was found that during the complex use of MSV (250 l/t) and the

probiotic *Sviteco PBP* (100 l/t) for three months to treat manure piles, the level of pathogenic microorganisms after 3 months of composting decreased by 98-100%, and pathogens such as *salmonella* and *E. coli* were not detected, the content of pathogenic fungi decreased by 88% compared to the control. It was found that the complex use of this mixture allows to destroy ruderal vegetation growing on the ridges and enrich the manure with weed seeds, significantly reduce the germination of weed seeds already contained in organic livestock waste (by 60-100% compared to the control), increase nutritional value due to its enrichment with trace elements (potassium content increased by 20.8%, phosphorus - 41.8%, total nitrogen - 45.8%, organic matter - 10%). All these advantages make it possible to obtain high-quality organic fertilizer using MSV and probiotics, which does not clog the soil with weed seeds, unlike manure untreated using this technology, and allows to optimize the nutrient regime of the soil. Based on the conducted economic and energy assessment of the effectiveness of using a mixture of MSV at a dose of 250 l/t and probiotics at a dose of 100 l/t (10% dilution) to obtain organic fertilizers on corn crops, it was found that this method is more effective compared to standard technology and control. In particular, the yield was 79.2 c/ha, while using standard technology - 72.2 c/ha, in the control - 54.1 c/ha.

It was substantiated that the complex use of a mixture of probiotics (100 l/ha, 10% dilution) and MSV at application rates of 900-2400 l/ha as the main fertilizer allowed us to determine the optimal concentration of MSV in this mixture - 900 l/ha, at which the increase in corn yield was 45.9% compared to the control. It was proven that at these concentrations of MSV and probiotics, favorable conditions are created for the vital activity of a number of soil microorganisms, in particular, the growth and development of microscopic fungi and cellulose-destructive microorganisms that participate in the decomposition of crop residues are stimulated. Also, the use of associated-layer water in doses of 900-2400 l/ha did not contribute to the accumulation of oil products and heavy metals in the soil.

A comprehensive system of corn fertilization using associated-layer water and probiotics was substantiated using this mixture for manure treatment (MSV at

a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (1:10)) and as foliar feeding (at a concentration of 50 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10)), which allows obtaining a yield increase of 63.4%, while separately when applying manure treated with SPV and probiotic 46.4%, when applying a mixture of MSV and probiotic as the main fertilizer - 33.5%. At the same time, the net profit was 31012.5 UAH per 1 ha, and the profitability was 87.9%. The KEE in the integrated technology (application of treated SPV and probiotic manure and foliar feeding) was 5.93, while in the control variant the KEE was 444, and in the standard technology for obtaining organic fertilizer – 3.32. The implementation of the planned measures corresponds to the principles of sustainable development and is part of them at the local level.

Keywords: *microbiological processes, soil, sustainable development, fertilizer systems, probiotic preparations, associated (mineralized) stratum water (MSV), agroecosystems.*

**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, В ЯКИХ ВИСВІТЛЕНО
ОСНОВНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Публікації у закордонних наукових виданнях які внесені до
міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:*

1. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Dychenko O., Shpyrna V., Lastovka V., Husinsky D., Zhylin O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertilizer. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. 26 (5). P. 301–309 <https://doi.org/10.12911/22998993/201384> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, написання статті).

2. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Taranenko S., Mostoviak I., Berezovskyi A., Dychenko O., Shpyrna V., Zhylin O., Oliynyk A. Microbiological Evaluation of Biodegradation Processes of Solid Waste in Reclaimed Landfills. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2025. Volume 27. P. 354-360 <https://ros.edu.pl/index.php?id=1577&lang=en> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, написання статті).

Публікації в наукових фахових виданнях України:

3. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Ластовка В. П., Гусинський Д. В., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Використання пластової мінералізованої води та бішофіту як некореневого підживлення на посівах сільськогосподарських культур. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 1. Том 28. С. 50-54 <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.09> (35 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, узагальнення, написання статті).

4. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Механізм дії пластової мінералізованої води на культурні рослини і бур'яни. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 2 (47). С. 124-131 <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.17> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, узагальнення, написання статті).

5. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Галицька М.А, Шпирна В. Г., Жилін О. С. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та бішофіту *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 30. С. 128-134 <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.19> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

6. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М. С., Жилін О. С. Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Частина 2. С. 347-354 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.39> (45 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

7. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Шпирна В. Г., Жилін О. С., Грищенко О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* №3 (48), 2025. С. 79-85. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-3.10> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

Матеріали й тези доповідей на конференціях:

8. Писаренко П. В., Шпирна В. Г., Олійник А. О., Жилін О. С. Оцінка еколого-економічної ефективності очистки техногенно забруднених агроценозів. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VI міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 21 грудня 2022 р. Полтава, 2022. С. 52-55.

9. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Жилін О.С., Серета Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та*

раціонального природокористування в контексті сталого розвитку : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 25 травня 2023 р. Полтава, 2023. С. 7-11.

10. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Відновлення якості поливної води в контексті сталого функціонування агроєкосистем. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VII міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 13 груд. 2023 р. Полтава, 2023. С. 103-108.

11. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Серєда Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 27 травня. 2024 р. Полтава, 2024. С. 16-19.

12. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Галицька М.А., Гусинський Д.В., Жилін О.С. Вплив техногенно забруднених земель на сільськогосподарські угіддя. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 12 грудня 2024 р. м. Полтава, 2024. С. 70-73.

13. Писаренко П.В., Жилін О.С. Використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів як некореневого підживлення на посівах кукурудзи. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 23 травня 2025 р. Полтава, 2025. С. 40-43.

14. Писаренко П.В., Жилін О.С. Застосування мінералізованої пластової води та пробіотичних комплексів для підживлення кукурудзи як чинник підвищення врожайності. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку*:

агроекологічний, соціальний та економічний аспекти : матеріали ІХ міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 12 груд. 2025 р. Полтава, 2025. С. 76-79.

15. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Фітотоксична оцінка використання біологічних методів очистки ґрунтів сільськогосподарського призначення, забруднених внаслідок воєнних дій. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти*: матер. VIII Всеукр. наук.-практ. заоч. конф., м. Київ, 17 травня 2025 р. Київ: МДУ, 2025. С. 124-127.

16. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Achievements of Science and Applied Research: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference*. May 19-21, 2025. Dublin, Ireland, 2025. С. 14-18

17. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В.Г. Використання бішофіту в посівах пшениці озимої. *Science and Information Technologies in the Modern World: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference*. May 21-23, 2025. Athens, Greece. С. 40-43.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Монографії

18. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Теоретико-методологічні засади сталого функціонування агроecosystem в контексті продовольчої та екологічної безпеки України : монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 388 с.

19. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Наукові засади відновлення техногенно порушених земель сільськогосподарського призначення в умовах воєнних дій в Україні: монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 312 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В КОНСТЕСТІ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ...	21
1.1 Теоретичні засади сталого функціонування агроecosистем	21
1.2 Сутність і принципи екологізації землеробства	27
1.3 Екологізація системи удобрення сільськогосподарських культур	39
Висновки до розділу 1.....	51
Публікації до розділу 1.....	53
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
2.1 Грунтово-кліматичні умови району дослідження.....	54
2.1.1. Грунтові умови.....	54
2.1.2 Природно-кліматичні умови.....	59
2.2 Об'єкт дослідження.....	66
2.3 Агробіологічні особливості вирощування кукурудзи (<i>Zea mays</i>).....	71
2.4 Методика проведення досліджень.....	76
Висновки до розділу 2.....	80
Публікації до розділу 2.....	81
РОЗДІЛ 3. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ГРУНТОВІ МІКРООРГАНІЗМИ.....	82
3.1 Вплив пробіотичних препаратів на мікробіологічну активність ґрунту ...	82
3.2 Вплив використання суміші пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою на мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту агроценозів	93
Висновки до розділу 3.....	116
Публікації до розділу 3.....	118

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ДОБРИВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ.....	119
4.1 Використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів для покращання якості органічних добрив.....	119
4.2 Використання суміші супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах кукурудзи	131
4.3 Використання супутньо-пластової води та пробіотику як некореневого підживлення на посівах кукурудзи	142
4.4 Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків	144
Висновки до розділу 4.....	147
Публікації до розділу 4.....	150
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ	151
5.1 Економічна ефективність використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів у технології вирощування кукурудзи.....	151
4.2 Біоенергетична ефективність використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів у технології вирощування кукурудзи.....	158
Висновки до розділу 5.....	161
Публікації до розділу 5.....	162
ВИСНОВКИ.....	163
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	170
ДОДАТКИ.....	211

ВСТУП

У резолюції Генеральної Асамблеї ООН №70/1 від 25 червня 2015 року «Перетворення нашого світу: порядок денний в галузі сталого розвитку на період до 2030 року», одним із головних питань сталого розвитку, які вимагають особливої уваги, визначено погіршення якісних властивостей і зниження рівня родючості ґрунтів внаслідок їх техногенного забруднення та як наслідок - погіршення якості сільськогосподарської продукції. Отже, розв'язання ключових екологічних проблем для України, а саме формування сталих агроecosистем з є першочерговими завданнями для забезпечення екологічної та продовольчої безпеки країни.

Актуальність теми. Внаслідок інтенсивного землеробства значні площі сільськогосподарських земель на території України втратили частину своєї родючості, що обумовлено негативною дією на ґрунт та навколишнє середовище підвищених доз мінеральних добрив, хімічних засобів захисту та інших антропогенних впливів. У зв'язку з економічною та екологічною нестабільністю в цілому та в сільському господарстві зокрема, з особливою гостротою постає питання екологізації землеробства, формування сталих агроecosистем. Проблема екологізації сільськогосподарського виробництва присвячено багато наукових праць. Однак більшість робіт із цієї тематики стосуються проблем раціонального сільськогосподарського землекористування. Вагомий внесок у дослідженні цієї проблематики зробили такі вчені, як: Балюк С., Будзак В., Гадзало Я., Гамаюнова В., Калініченко А., Кобець М., Макаренко Н., Писаренко В., Писаренко П., Тараріко О., Третяк А., Фурдичко О. та багато інших. Однак питанням відтворення родючості ґрунту з метою забезпечення сталого функціонування агроecosистем в умовах воєнних дій в Україні приділено недостатньо уваги. Таким чином виникає необхідність у пошуку нових методів та технологій живлення та відновлення ґрунту, основаних на природних екологобезпечних методах відтворення його родючості та очистки від антропогенних

забруднень з метою забезпечення сталого функціонування агроecosистем, екологічної та продовольчої безпеки на території України в сучасних умовах.

За сучасних умов енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували б формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини в ґрунті, надасть можливість обґрунтувати інноваційні екологобезпечні види добрив в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Як зазначають вітчизняні та зарубіжні науковці Писаренко П., Фітцер Е., Сіліман К. та ін. одним із екологобезпечних методів покращення якості ґрунту, у тому числі за рахунок підвищення життєдіяльності мікроорганізмів, є використання природніх мінералів і розсолів, зокрема супутньо-пластової води (СПВ), що є побічним продуктом при нафтовидобутку. Перспективним є застосування пробіотиків в рослинництві, але дані припущення потребують подальшого дослідження. Зокрема ряд науковців Кравченко Н., Патики М., Писаренко П., Porto de Souza V., Li I. та ін. відзначають позитивний вплив пробіотичних препаратів, зокрема на основні бактерії роду *Bacillus*, на покращення активності мікробіоти ґрунту та фітосанітарний стан агроценозів. У той же час, питання комплексного використання суміші СПВ та пробіотиків, а також встановлення оптимальних доз їх сумісного використання для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Виникнення нових аспектів соціально-економічного розвитку України за умов воєнних дій вимагає інноваційних підходів до формування сталих агроecosистем в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані відповідно до державних науково-технічних програм: «Система зменшення техногенного

навантаження на території і на населення регіонів України, 0119U002817», номер державної реєстрації 0119U002817 (2019-2022 рр.); «Теоретичне і експериментальне обґрунтування системи відновлення техногенно забруднених територій», номер державної реєстрації 0119U002816 (2019-2022 рр.); «Розробка технологій виготовлення та внесення альтернативних видів органічних добрив в умовах дефіциту гною», номер державної реєстрації 0116U005148 (2020-2025 р.), «Оцінка якісного стану ґрунту під посівами енергетичних культур в умовах Полтавської області», номер державної реєстрації 0116U007734 (2017 -2024 р.).

Мета й основні завдання наукового дослідження. Мета дослідження полягала в теоретичному обґрунтуванні й розробці практичних рекомендацій щодо використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води для удобрення кукурудзи як основи сталого функціонування агроєкосистем. Досягнення мети дослідження зумовило необхідність вивчення і розв'язання таких основних завдань:

- сформулювати наукові напрями сталого функціонування агроєкосистем з урахуванням наслідків воєнних дій на Україні;
- дослідити мікробіологічні процеси які відбуваються у ґрунті при внесенні пробіотичних препаратів та суміші пробіотиків з супутньо-пластовою водою різними нормами внесення, провести аналіз коефіцієнтів мінералізації–імобілізації, оліготрофності та педотрофності;
- оцінити вплив комплексного застосування пробіотиків з супутньо-пластовою водою різними нормами внесення на ферментативну активність ґрунту;
- визначити можливість використання суміші пробіотичних препаратів та СПВ для обробки буртів гною з метою покращення його якісного складу та фітосанітарного стану;
- дослідити можливість застосування суміші пробіотику та СПВ при різних нормах внесення у якості основного добрива на посівах кукурудзи;

- визначити вплив суміші пробіотику та СПВ при різних нормах внесення у якості основного добрива на рудеральну рослинність;
- дослідити застосування суміші пробіотику та СПВ при різних нормах внесення у якості основного добрива, визначити вплив суміші пробіотику та СПВ на структуру та фізико-хімічні показники ґрунту при внесенні їх в різних дозах;
- оцінити доцільність використання супутньо-пластової води та пробіотику для некореневого підживлення кукурудзи;
- сформувати комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків;
- оцінити економічну та біоенергетичну ефективність використання суміші пробіотиків та СПВ в сільськогосподарському виробництві в контексті сталого функціонування агроecosystem.

Предметом дослідження є механізм дії суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на мікробний ценоз, хіміко-мікробіологічні та якісні показники ґною.

Об'єктом дослідження є супутньо-пластова вода та пробіотичні препарати.

Методи дослідження. Методологічна база охоплювала як загальнонаукові методи (зокрема логічний аналіз, синтез даних, формування гіпотез та проведення експериментів), так і вузькоспрямований інструментарій. Зокрема, польові дослідження дозволили оцінити вплив пробіотиків та їх суміші з СПВ на агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтової системи, кількісні та якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур. Шляхом фенологічних спостережень відстежували динаміку вегетації рослин. Лабораторні аналізи (із застосуванням біохімічних та мікробіологічних тестів) допомогли кількісно оцінити параметри досліджуваних субстратів. Для підтвердження точності даних та виявлення закономірностей між явищами використовували математичне моделювання, зокрема розрахунки кореляції та дисперсії. На

завершення проводився аналіз рентабельності, що дозволив визначити господарську доцільність та енергоефективність запропонованих рішень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у такому:

вперше:

- встановлено механізм дії суміші пробіотичних препаратів і супутньо-пластової води на мікробний ценоз та хіміко-фізичні властивості ґрунту;
- визначено, що використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у якості основного добрива сприяє оптимізації мікробного ценозу ґрунту та формуванню сталих агросистем;

удосконалено:

- методику отримання високоякісного органічного добрива на основі використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води, що у порівнянні з традиційною дозволяє значно знизити рудеральну рослинність, вміст патогенних мікроорганізмів та покращити хімічний склад гною;
- комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною та як некореневого підживлення;

дістало подальшого розвитку:

- напрями екологічного землеробства, що ґрунтуються на біосферній парадигмі розвитку суспільства та передбачають формування сталих агроценозів за рахунок використання природніх законів;
- рекомендації щодо удобрення кукурудзи у контексті забезпечення екологічної, продовольчої безпеки регіону та створення сталих агроєкосистем.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у розробленні науково-прикладних положень щодо сталого функціонування агроєкосистем в умовах техногенного впливу, зокрема воєнних дій на Україні. Основні положення дисертаційного дослідження доведено до рівня методичних розробок та практичних рекомендацій щодо біологізації системи удобрення кукурудзи, реалізація яких створює основу забезпечення

екологічної та продовольчої безпеки, сталого функціонування агроecosистем в контексті біосферної парадигми суспільного розвитку України.

Комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення ґною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) у посівах кукурудзи (гібрид Колективний 244 МВ) впроваджено в умовах ПСП «Нива» протягом 2022-2024 рр. Це дозволило отримати приріст урожаю на 63,4% (урожайність – 88,4 ц/га), що значно перевищує середню урожайність даної культури при звичайній технології, в цілому забезпечило значний економічний ефект.

Результати досліджень використовуються у процесі підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 201 Агрономія в Полтавському державному аграрному університеті, зокрема в процесі вивчення дисциплін: «Оцінка наслідків господарської діяльності на агроecosистеми», «Менеджмент забруднених територій» для магістерського рівня вищої освіти ОПП «Еколого-економічне рослинництво» за спеціальністю Н1 Агрономія; «Екологічно стабільні агроecosистеми», «Біо- та фіторе mediaція ґрунтів» для магістерського рівня вищої освіти ОПП «Агроecологія» за спеціальністю Е2 Екологія; «Агроecологія» для бакалаврського рівня вищої освіти ступеня Бакалавр ОПП «Екологія» за спеціальністю Е2 Екологія.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота виконана автором безпосередньо і самостійно. Здобувачем особисто заплановано програму досліджень, визначено мету та завдання, проаналізовано літературні джерела за обраною дисертаційною тематикою, згідно з науковими методиками та рекомендаціями проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнено експериментальний матеріал, здійснено математично-статистичний аналіз отриманих даних, що дало можливість сформулювати наукові положення, висновки та рекомендації виробництву. За результатами отриманих результатів, підготовлено та опубліковано наукові статті, здійснена апробація

досліджень. Дисертаційна робота виконана автором безпосередньо і самостійно. Теоретична частина роботи підготовлена здобувачем із використанням найсучасніших літературних джерел. На основі теоретичного підходу спланована програма досліджень, визначені її головні напрями, розроблено схеми дослідів, визначено й обґрунтовано перелік спостережень та обліків, проведені лабораторні дослідження, статистична обробка результатів експериментів та власноруч зроблена їхня інтерпретація. Наукові положення та висновки за результатами досліджень сформульовані особисто автором.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дисертації пройшли апробацію на 10-х міжнародних та всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях: «Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти» (м. Полтава, 2022 р., 2023 р., 2024 р., 2025 р.), «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку» (м. Полтава, 2022 р., 2023 р., 2024 р., 25025 р.), «Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти» (Київ, 2025 р.), «Achievements of Science and Applied Research» (м. Дублін, Ірландія, 2025 р.), «Science and Information Technologies in the Modern World» (м. Афіни, Греція, 2025 р.).

Публікації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 19 наукових праць, серед яких 2 монографії у співавторстві, 5 статей у наукових фахових виданнях, 2 статті у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus, 10 матеріалах і тезах конференцій.

Обсяг та структура роботи. Дисертація у вигляді рукопису викладена на 169 сторінках основного тексту, містить анотацію, вступ, 5 розділів, висновки, 28 таблиць експериментального матеріалу, 21 рисуноків, список використаної літератури, що включає 369 джерел. У додатках подано таблиці й розрахунки, які не ввійшли в основний текст дисертації.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В КОНСТЕСТІ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ

1.1 Теоретичні засади сталого функціонування агроecosистем

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур ґрунтовані на використанні високих доз мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. Це призводить до накопичення в рослинах, ґрунті шкідливих, у тому числі канцерогенних, речовин, здійснює негативний вплив на біологічну активність ґрунту, змінюючи його мікробний ценоз, погіршує якість продукції та в кінцевому підсумку представляє собою загрозу для продовольчої та екологічної безпеки суспільства, порушує стале функціонування агроecosистем.

Внаслідок інтенсивного землеробства значні площі сільськогосподарських земель на території України втратили частину своєї родючості, що обумовлено негативною дією на ґрунт та навколишнє середовище підвищених доз мінеральних добрив, хімічних засобів захисту та інших антропогенних впливів. Все це посилюється надходженням небезпечних речовин у ґрунт внаслідок нераціонального внесення засобів хімізації. До того ж, масштабні території зараз потерпають від наслідків бойових дій: земля насичена нафтовими залишками та свинцевими сполуками, концентрація яких перевищує норму у 2-12 разів [1]. Все це актуалізує питання екологізації ведення землеробства, пошуку альтернативних екобезпечних джерел живлення та відновлення ґрунту.

Проблемам екологізації сільськогосподарського виробництва присвячено багато наукових праць. Однак більшість робіт із цієї тематики стосуються проблем раціонального сільськогосподарського землекористування. Провідну роль у вивченні вказаного напрямку відіграли такі фахівці, як Балюк С. А., Будзяк В. М., Гадзало Я. М., Гамаюнова В. В., Калініченко А. В., Кобець М. І., Макаренко Н. А., Мицик О. О., Назаренко М.

М., Писаренко В. М., Писаренко П. В., Тараріко О. Г., Третяк А. М., Фурдичко О. І., Шувар І. А. та інші. Однак раціональне землекористування розкривається через економічний та екологічний підходи. Найбільша кількість вітчизняних наукових досліджень присвячена саме економічним аспектам раціонального землекористування, тоді як, враховуючи реалії стану сільськогосподарських земель та наявність техногенно забруднених земель внаслідок воєнних дій в Україні, пріоритет повинен надаватися екологічним аспектам землекористування. Так, екологічні проблеми використання земель у сільському господарстві України досліджували Третяк А. М., Будзак О. С., Писаренко В. М. [2-5]; екологічний стан агроландшафтів - Дєдов О. В., Дмитренко В. Л., Корніцька О. І, Писаренко П. В., Фесенко А. М, Таргоня В. С. [6-10]; питання удосконалення структури, оптимізації, екологізації та ефективності використання сільськогосподарських земель - Саблук П. Т., Ходаківська О.В., Тараріко О. Г., Вороненко В. І., Тарасова В. В., Калініченко А. В. [11-15] та ін. Однак питанням екологізації землекористування як основи розвитку сільського господарства в умовах воєнних дій в Україні приділено недостатньо уваги.

У той же час у зв'язку з економічною та екологічною нестабільністю в цілому, та в сільському господарстві зокрема, з особливою гостротою постає питання екологізації землеробства, формування сталих агроєкосистем. Дане питання посилюється сучасними екологічними, економічними і соціальними проблемами, пов'язані з наслідками воєнних дій в Україні. Недобір продовольчого зерна може викликати світову продовольчу кризу, адже внаслідок воєнних дій на території України посівні площі скорочуються. Виникає потреба в максимальному залученні земель в сільськогосподарський обіг на території України з метою забезпечення екологічної та продовольчої безпеки, сталого функціонування агроєкосистем. При цьому потрібно враховувати, що в сучасних умовах, зокрема при збільшенні забруднення території України внаслідок воєнних дій [16], основним є не максимізація

прибутків в агросфері, а формування стабільних агроєкосистем, забезпечення екологічної та продовольчої безпеки території.

Згідно з висновками численних вітчизняних та іноземних фахівців [17-23], стійкість агроєкосистем - це властивість системи зберігати і підтримувати значення своїх параметрів і структури в просторі і в часі, якісно не змінюючи характер функціонування. Агроєкосистема представляє трансформовану внаслідок господарської діяльності людини частину наземної екосистеми. Структуру та функціонування її регулюють за допомогою додаткового введення речовини (добрива, пестициди, меліоранти) та енергії для підтримки оптимальної та стабільної продуктивності культур, що вирощуються, і запобігання забруднення навколишнього середовища. Природні екосистеми на відміну агроєкосистем – це сукупність живих організмів у неорганічному середовищі, які, займаючи певний простір, пов'язані між собою обміном речовини та енергії і здатні до саморегуляції.

Стабільність природних структур, як прийнято вважати, базується на закономірності Ле Шательє [24]. Життєздатність екосистем забезпечується завдяки циклічності біохімічних процесів, що живляться енергією від деструкції органіки. Тому необхідною умовою стійкості є обмеження надходження поживних речовин в екосистему та збільшення кількості цих речовин, що утворюються безпосередньо в екосистемі. Потужність механізмів біологічного синтезу та мінералізації має суттєво переважати обсяги поживних елементів, що надходять ззовні. Якщо надходження покриває половину біологічних потреб, підтримання стійкої замкнутості круговороту речовин стає неможливим. Тому інтенсивності синтезу і розкладання повинні перевищувати зовнішні потоки поживних речовин настільки, наскільки біота, що функціонує на основі замкненого кругообігу речовин, здатна компенсувати будь-які зміни стану навколишнього середовища і перевищувати конкурентоспроможність біоти, що існує за рахунок зовнішніх потоків речовин. Отже, лише запаси та концентрація

поживних речовин у навколишньому середовищі можуть визначатися та підтримуватись на стійкому рівні біотою екосистем.

Зміна структури екосистеми чи перехід її параметрів у область нестійкого стану зумовлюють втрату стійкості. Якщо перехід від області стійкого рівноваги до іншої супроводжується збереженням внутрішніх зв'язків екосистеми, проявляється властивість її пружності, тобто при переході з однієї області сталої рівноваги до іншої внутрішні зв'язки екосистеми зберігаються. Здатність екосистеми повернутися до попереднього стану стійкої рівноваги після тимчасового впливу природного чи антропогенного чинника характеризує її стабільність. Безсумнівно, що у ряді параметрів, відповідальних за стійкість і стабільність агроекосистеми, першорядне значення має продуктивність агроценозів, падіння якої з різних причин (наприклад, дефіцит або надлишок елементів мінерального живлення, посуха або перезволоження, деградація ґрунту тощо, рис. 1.1) нижче за заданий рівень свідчить про перехід агроекосистеми в нестійку область.

Тому суть екологічного землеробства і полягає у формуванні сталих агроекосистем, які відповідають принципам функціонування природних екосистем, що включають природні функції саморегуляції при мінімізації антропогенного впливу на агроценози. В зв'язку з цим необхідно забезпечити ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища, насамперед шляхом збільшення їх питомої ваги в процесі продукування основних біологічних компонентів, більш повно використати саморегулюючий механізм агроекосистем та сільськогосподарських ландшафтів. Тобто екологічне землеробство має базуватися на використанні природних біологічних законів, які виробила Природа [25]. В ньому значно зменшуються або повністю виключаються прийоми хімізації землеробства і в той же час використовуються закони мінімуму, максимуму і оптимуму, при якому рослини у оптимальній мірі забезпечуються умовами життя і розвитку.

Тоді вони забезпечать максимальний врожай і екологічно безпечну продукцію рослинництва [26-28].

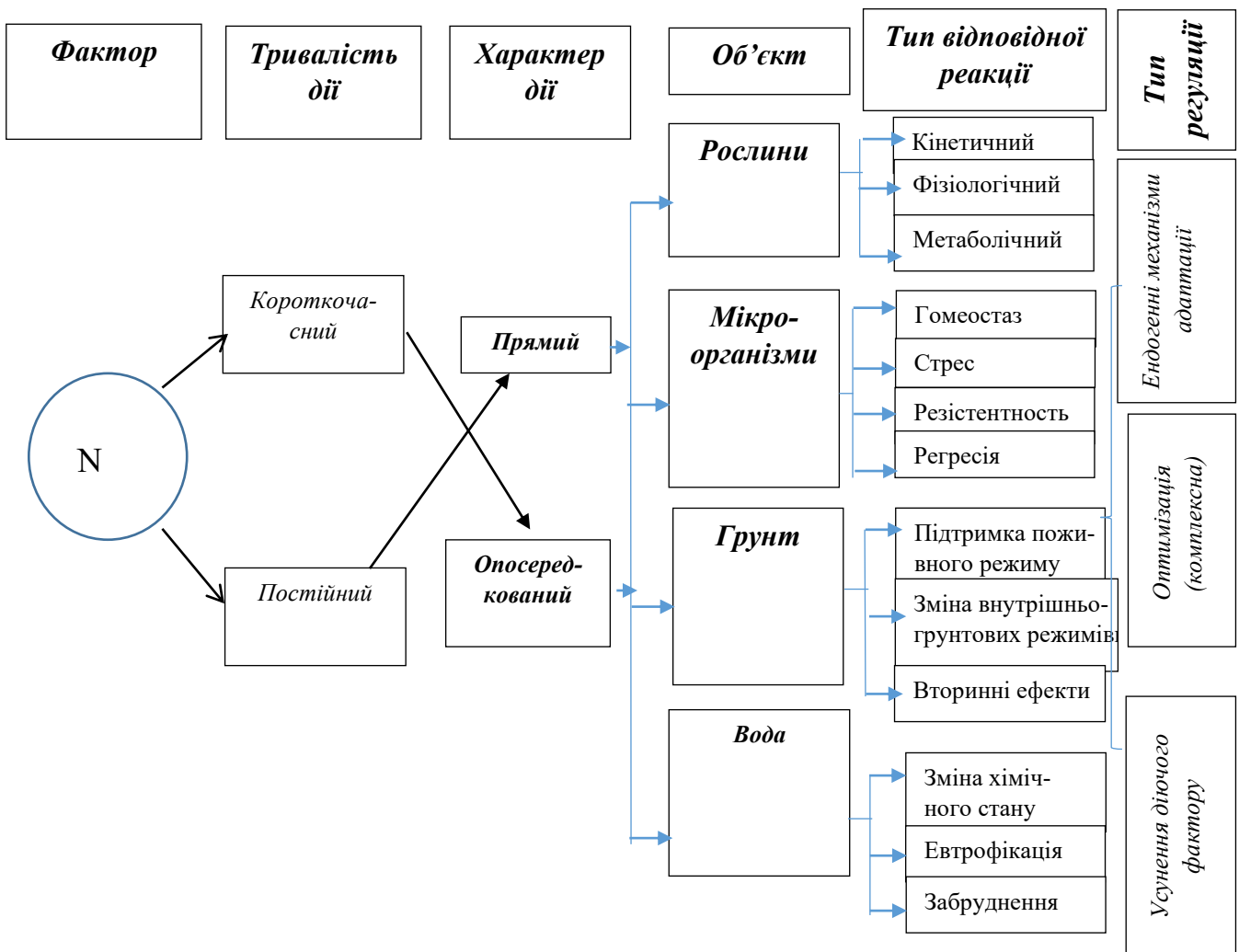


Рис. 1.1 – Типи реакцій компонентів екосистеми у відповідь на антропогенну дію (азотні добрива)

Загальним висновком щодо екологізації (у деяких публікаціях - біологізації) землеробства, відповідно результатів досліджень науково-дослідних установ НААН України [29-30] є те, що цей процес повинен супроводжуватись посиленням адаптивності агротехнологій і систем землекористування до ґрунтово-кліматичних та соціально-економічних умов. Численні експериментальні дані свідчать, що біологічне землеробство забезпечує відповідну продуктивність тільки при оптимальних показниках родючості ґрунту, в т.ч. агрофізичних, фізико-хімічних і агрохімічних.

Наприклад, за допомогою біологічних факторів можна лише частково компенсувати від'ємний баланс фосфору, калію та мікроелементів у агроєкосистемах. Результатами досліджень Інституту агрохімії та ґрунтознавства, Інституту землеробства, Інституту сільського господарства Полісся, Інституту зернового господарства, обласних дослідних станцій [31-40] встановлено, що біологізація землеробства має здійснюватися при позитивному балансі поживних речовин, що можливо досягти при застосуванні мінеральних добрив. Без їх внесення, як правило, за короткий відрізок часу створюється різко від'ємний баланс, особливо фосфору і калію, з наступним зниженням родючості ґрунту і урожаю майже всіх культур [41].

Більшість вітчизняних дослідників відзначають, що на сьогодні без засобів живлення ґрунту високі врожаї неможливі [42-59]. Однак через ціновий дисбаланс між аграрним та індустріальним секторами купівля хімічних добрив стає занадто дорогою для більшості господарств. Це формує перед галуззю комплексний трибічний виклик. По-перше, екологічний аспект вимагає збереження та відновлення родючості земель та захисту довкілля. По-друге, економічна складова полягає у вирощуванні достатньої кількості якісних продуктів за умов гострого браку фінансів. По-третє, соціальна місія полягає у забезпеченні громадян повноцінним харчуванням. Відтак, критично необхідним стає впровадження інноваційних підходів до живлення та відновлення ґрунту. Такі методи мають базуватися на природних, безпечних технологіях відновлення гумусу та очищення територій від антропогенних забруднень, що гарантуватиме стабільність агросистем і екологічну безпеку країни.

1.2 Сутність і принципи екологізації землеробства

Підвищена увага світової спільноти до гармонійного розвитку обумовлена не тільки тривогою, пов'язаною з загрозливим розвитком глобальних і регіональних екологічних криз та катастроф, але й проблемами, пов'язаними з повною зміною суспільного існування. Протягом останніх десяти років світ опинився в епіцентрі потужних зрушень, що охопили фінансову, оборонну, цифрову та духовну галузі. Суспільство входить у фазу глобальної нестабільності, яка характеризується стрімкою зміною господарських укладів, перерозподілом сфер впливу та виникненням нових осередків напруженості. В останні роки спостерігалися також небачені до цього швидкості інноваційних процесів в усіх сферах людської діяльності і буття, які охоплюють всі країни світу. Разом з тим все це відбувається при одночасному збільшенні техногенного тиску на навколишнє середовище до таких обсягів, які перевищують його можливості до самоочищення й самовідтворення, починається незворотна деградація екосистем. Постала реальна загроза існуванню майбутніх поколінь [50].

Як зазначено у останньому докладі Римського клубу [51], попередній концептуальний базис економіки і суспільства вичерпав себе, а використання традиційних методів досягнення цілей, у тому числі в сільському господарстві, неприйнятне у вирішенні нових задач оптимізації питань збереження довкілля та фінансового зростання, що потребує зміни парадигми суспільного розвитку на біосферну, результатом чого має стати гармонійний, екологічно безпечний поступовий соціально-економічний розвиток та збереження якості довкілля і природних ресурсів.

У даному контексті особливої актуальності набуває концепція ноосфери [52], яка об'єднує природу і суспільство в єдину систему та прийшла на зміну механічного поєднання їх як окремих складових, що передбачає гармонізацію відносин між елементами системи через управління ними. Це зумовлює трансформацію аграрних стратегій у бік збалансованості, що означає впровадження природоохоронних моделей експлуатації ресурсів,

безпечне функціонування галузі та збереження сталого функціонування агроєкосистем. Відтак, сучасне господарювання, що спирається на принципи співіснування з біосферою, має орієнтуватися не лише на грошову вигоду чи продовольче забезпечення громадян, а й на всебічне збереження екосистем та зміцнення стійкості сільськогосподарських ландшафтів.

Сучасні системи землеробства поділяють на екстенсивні (малий ступінь інтенсивності, збільшення виробництва продукції відбувається головним чином за рахунок розширення посівних площ) і інтенсивні (високий ступінь інтенсивності, збільшення виробництва продукції йде головною мірою за рахунок росту врожайності). До сучасних систем землеробства можна віднести парову, багатопільно-трав'яну, паропросапну, поліпшену зернову, травопільну, плодозмінну, промислово-заводську, зернопарову, зернотрав'яну, зернопаропросапну ґрунтозахисну. Ці системи землеробства можуть розвиватися як по інтенсивному, так і по екстенсивному типу в залежності від економічних умов [53].

Сучасні інтенсивні системи землеробства одержали назву традиційних. У той же час паралельно розвивалися системи землеробства, які характеризувалися відмовою або скороченням обсягу застосування хімічних засобів захисту рослин і елементів живлення, збільшенням використання біологічних і механічних засобів захисту рослин, біологічних джерел живлення рослин. Ці системи землеробства стали називати альтернативними [54]. Їх необхідність в землеробстві пояснюється тим, що традиційні системи, незважаючи на високу ефективність у зв'язку із широким застосуванням засобів хімізації, важких машин і т.д., стали робити серйозний негативний вплив на ґрунт і навколишнє середовище. Виникнули ризики пов'язані з екологічною безпекою продуктів харчування, загрози для здоров'я людини високих доз мінеральних добрив і особливо пестицидів. Зародженню альтернативних систем сприяли також обмеженість невідновлювальних ресурсів, споживаних у землеробстві в обсягах, що збільшуються, нестачу

ринків збуту сільськогосподарських продуктів, дорожнеча техніки, добрив, пестицидів і т.п. [55-59].

В даний час альтернативні системи землеробства в різних країнах мають різноманітні вираження і назву. У США, наприклад, застосовують органічну систему землеробства, що передбачає оброблення, збереження і переробку харчових продуктів без застосування синтетичних добрив, пестицидів і регуляторів росту. Дозволено використовувати матеріали, що складаються з речовин рослинного, тваринного і мінерального походження, гній, компости, кісткову муку, «сирі» породи: доломіт, польовий шпат і ін. Для боротьби зі шкідниками застосовують піретрум, часник, тютюн [60]. У Франції впроваджена біологічна система, при якій також не дозволяється внесення хімічних добрив, особливо легкорозчинних. Основа системи - свіжа органічна речовина. Перед використанням органіку компостують. Застосовують також базальтове борошно, мелені водорості. Біологічне землеробство базується на сівозміні з насичення бобовими культурами, що забезпечують біологічну фіксацію азоту та на застосуванні сидератів [61-65].

У Швеції і Швейцарії застосовують орґано-біологічну систему землеробства. У основі цієї системи - створення «живого і здорового ґрунту» за рахунок підтримки й активізації діяльності його мікрофлори. Дозволено використання тільки органічних і деяких мінеральних повільно розчинних добрив. Сівозміну насичують бобовими культурами. Захист рослин, як і в біологічній системі землеробства [66].

У Австралії, Германії і Данії застосовують біодинамічну систему. У основі її поряд із принципами, загальними для всіх альтернативних систем, є ряд відмінностей: землеробство варто будувати не тільки з урахуванням земних (природних), але і космічних ритмів; необхідно використовувати вплив космічних і інших сил на сільськогосподарське виробництво шляхом застосування спеціальних біодинамічних препаратів [67-69]. Обробіток ґрунтів, посів, догляд за посівами рекомендують здійснювати в сприятливі

періоди, настання яких обумовлено перебуванням місяця в тієї або іншій фазі.

У ряді країн застосовують екологічну систему землеробства. Основа її - обмеження застосування пестицидів і гнучке відношення до використання мінеральних добрив. Тобто основа даної системи – відсутність забруднення ґрунту та підвищення його родючості [70; 71].

Таким чином, усі перераховані альтернативні системи землеробства мають загальний підхід - суттєве обмеження або абсолютне виключення штучних агрохімікатів та пестицидів. Акцент зміщується на використання поживних речовин органічної природи задля вирощування екологічно безпечної продукції. З цього можна зробити висновок, що головним вектором еволюції галузі є її екологічна трансформація. Такий шлях дозволяє постачати населенню екологічно безпечне продовольство та піклуватися про суспільне здоров'я [72-75].

Потрібно відзначити, що основним рушієм економічного прогресу у землеробстві є застосування екологобезпечних ресурсощадних технологій, які забезпечують зниження собівартості і підвищення конкурентноздатності сільськогосподарського виробництва. Інтенсивні ресурсощадні технології у землеробстві базуються на оптимальному використанні ґрунтово-кліматичних умов, потенційних можливостей сортів і гібридів, забезпечення елементами мінерального живлення в необхідній кількості та співвідношенні, екологічно обґрунтованих системах захисту рослин, своєчасному та високоякісному використанні технологічних процесів [76].

Ключовою та водночас унікальною рисою аграрної сфери є те, що її результативність визначається не стільки обсягами інвестицій чи людської праці, скільки гармонією між обраними напрямками та кліматичним потенціалом місцевості. Висока продуктивність сільськогосподарських культур і, як наслідок, виробництва в цілому, можлива лише при відповідності умов зростання вимогам їх біології. Бездумне ставлення до якості довкілля, яке спостерігалось протягом багато десятиріч, інтенсивні

системи землеробства на базі хімізації, призвели до значної деградації ґрунтового покриву, порушення екологічної рівноваги агроєкосистем, погіршення якості сільськогосподарської продукції, забруднення її радіонуклідами, важкими металами-канцерогенами, пестицидами, різними хімічними речовинами, в кінці кінці все це спричиняє необхідність збільшення вкладень при вирощуванні сільськогосподарської продукції та зменшення прибутку й рентабельності [77-80].

Так екологічні збитки довілню в кінці відображаються на соціально-економічному розвитку суспільства, адже економічне зростання за рахунок екологічних втрат можливе тільки в короткочасній перспективі, а у подальшому це призводить до значних екологічних втрат, як наслідок – погіршення якості життя людства. Це і є головною ідеєю сталого розвитку – необхідність гармонійного поєднання екологічних, економічних та соціальних критеріїв, яке має відображення у всіх сферах людського існування [50].

Процеси деградації та виснаження земель охопили всю територію нашої держави [81]. Характерним для всіх регіонів є зменшення вмісту гумусу та запасів рухомих форм фосфору і калію в ґрунтах. Створено реальну загрозу деградації основних засобів виробництва, відновлення яких пов'язано з величезними затратами праці, капіталу та енергетичних ресурсів. Все це посилюється наслідками воєнних дій в Україні.

Альтернативою сучасних інтенсивних систем землеробства є розробка екологоорієнтованих технологій, які дозволяють вирощувати екологічно безпечну продукцію рослинництва при прогресуючому підвищенні ґрунтової родючості [82; 83]. При цьому головним питанням формування сталих агроєкосистем є спосіб відтворення ґрунтової родючості, розширене її відтворення. Без вирішення цього питання відмова від хімізації може призвести до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур [84].

Багато українських та іноземних дослідників вказують [85-89], що при відмові від хімізації сільськогосподарського виробництва зниження урожайності культур складе 30-40 %. Але дані показники характерні, якщо землеробство залишається традиційним, але без хімізації. У останні роки збільшилися наукові дослідження щодо пошуку науково обґрунтованих шляхів ведення землеробства з відмовою від хімізації, але із застосуванням технології екологізації (або як зазначає ряд науковців – біологізації) землеробства, коли можна не тільки зберегти врожайність на попередньому рівні, а й значно її підвищити [90-92].

Таким чином, в сучасних умовах екологізація землеробства, технологій і технологічних процесів є чи не єдиним заходом, який може стримати подальше зниження родючості ґрунтів, стабілізувати виробничі системи, знизити залежність від техногенних факторів і таким чином підвищити конкурентноспроможність сільськогосподарського виробництва на внутрішньому та зовнішньому ринках продовольства, зокрема в умовах воєнних дій в Україні. Таким чином, для забезпечення сталого розвитку сучасних аграрних виробничих систем різних форм власності в умовах воєнного стану та використання в обмежених об'ємах хіміко-техногенних ресурсів виникає проблема їх часткової заміни альтернативними маловитратними заходами, які базуються на природних процесах самовідновлення. У зв'язку з цим ідеальною є модель виробничої системи із замкнутим виробничим циклом та високим рівнем рециркуляції біогенних елементів, коли відходи одного технологічного процесу є сировиною або базою для наступного при відносно невисоких витратах антропогенної енергії [93-95]. Рациональне землекористування має ґрунтуватися на екологічних принципах його ведення та диференційованих системах вирощування культур відповідно до їх екологічних потреб [96].

Традиційні шляхи відтворення родючості ґрунтів із застосуванням органічних та мінеральних добрив, прийомів хімічної та зрошувальної меліорації досить енерго- та ресурсомісткі, найчастіше екологічно не

виправдані [97-99]. В умовах зростання цін на мінеральні добрива та обмеженості ресурсів органічних добрив важливе значення у підвищенні стійкості агроєкосистем набуває пошук нових напрямків оптимізації властивостей ґрунту при екологізації землеробства з найменшими витратами.

Одним із таких напрямків є використання природних розсолів і мінералів у землеробстві, таких як бішофіт і мінералізована пластова вода, як екологічно безпечного замітника пестицидів та добрив [100-104]. Проведені дослідження П.В. Писаренком дозволили встановити механізм дії природних розсолів і мінералів на культурні рослини і бур'яни, а також на хіміко-фізичні властивості та ґрунтову біоту, які дозволяють стверджувати, що їх використання сприяє оптимізації росту і розвитку злакових культур за рахунок створення сприятливих умов для культурних рослин та знищення бур'янів, ефективного регулювання живлення рослин та життєдіяльності мікрофлори ґрунту [105-108]. Крім того, використання мінералізованої пластової води як екобезпечного замітника агрохімікатів дозволяє вирішити проблему з відходами нафтогазового комплексу. Під час видобутку нафти та газу на поверхню в великих кількостях поступає мінералізована пластова вода (за іншими літературними джерелами, наприклад [107] – супутньо-пластова вода - СПВ), яка є супутнім продуктом. Проблема утилізації великої кількості СПВ є дуже значна, враховуючи те, що потрапляння великої кількості пластової води на землю, призводить до значного засолення ґрунту, погіршення структури і знищення рослинності.

Як показали попередні дослідження П.В. Писаренка [22; 109] слід зазначити, що найбільш стійкими до обробки пластовою водою є зернові культури, серед яких найбільш вагоме місце займають такі культури як озима пшениця, кукурудза, просо. Такі зернові культури як ярий та озимий ячмінь і овес менш стійкі до обробки мінералізованою пластовою водою, тому що, вони більш чутливі до високої концентрації солей натрію і хлору, як на ранніх фазах розвитку, так і на більш пізніх. На цих культурах можливе використання мінералізованої пластової води з родовищ де концентрація

іонів натрію і хлору менша (Сагайдакське, Радченківське, Суходолівське та Глинсько-Розбишівське).

Використання розчину бішофіту на посівах сільськогосподарських культур також має певні обмеження, які тісно пов'язані з біологічними особливостями культури (індивідуальна реакція на обробку природними розсолами і мінералами), концентрацією розчину та нормою витрати робочої рідини (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Реакція культурних рослин на обробку їх бішофітом
та мінералізованою пластовою водою (МПВ)*

Сільськогосподарська культура	Ступінь чутливості	
	бішофіт	МПВ
Озима пшениця (<i>Triticum aestivum</i> L.)	+	-
Кукурудза (<i>Zea mais</i> L.)	+	-
Просо (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	+	-
Ячмінь (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	++	+
Горох (<i>Pisum sativum</i> L.)	+++	++
Цукрові буряки (<i>Beta vulgaris</i> L.)	+++	++
Картопля (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	+++	++
Гречка (<i>Polygonum esculentum</i> M.)	+++	+++
Соняшник (<i>Helianthus annuus</i> L.)	+++	+++
Соя (<i>Glycine hispida</i> M.)	+++	+++

* за даними П.В. Писаренка [109].

Умовні позначення:

- - не пошкоджуються,
- + - слабо пошкоджуються,
- ++ - середньо пошкоджуються,
- +++ - сильно пошкоджуються.

Як показали дослідження П.В. Писаренка [109], не пошкоджуються при використанні рекомендованих доз МПВ, у запропоновані для обробки гербіцидом фази розвитку, рослини озимої пшениці, кукурудзи та проса.

Також попередні дослідження [106] дозволили встановити, що рослини бур'янів мають різну реакцію на обробку їх мінералізованою пластовою водою (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2

Реакція деяких бур'янів на обробку бішофітом і МПВ*

Ботанічна назва рослини	Чутливість рослини	
	Бішофіт	МПВ
ОДНОРІЧНІ БУР'ЯНИ		
Ярі		
Зірочник середній (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	++	++
Редька дика (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	+++	+++
Гірчиця польова (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	+++	+++
Лобода біла (<i>Chenopodium album</i> L.)	+++	+++
Пажитниця багатоквіткова (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	++	+
Вівсюг звичайний (<i>Avena fatua</i> L.)	-	-
Кукіль звичайний (<i>Agrostemma githago</i> L.)	+	+
Мишій сизий (<i>Setaria glauca</i> (L.) Pal. Beauv.)	-	-
Курай калійний (<i>Salsoa kali</i> L.)	+	-
Зимуючі		
Хрінниця смердюча (<i>Cardaria ruderalis</i> (L.) Desv.)	++	++
Волошка синя (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	+++	++
Талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	+++	+++
Грицики звичайні (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus)	+++	+++
Дворічні		
Буркун білий (<i>Melilotus album</i> L.)	+++	++
Блекота чорна (<i>Huoscyanus niger</i> L.)	+++	++
Будяк пониклий (<i>Carduus nutans</i> L.)	++	++
БАГАТОРІЧНІ БУР'ЯНИ		
Коренепаросткові		
Льонок звичайний (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	+++	++
Осот жовтий (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	+	++
Осот рожевий (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop)	+	++
Березка польова (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	+++	+++
Кореневищні		
Пирій повзучий (<i>Agropyron repens</i> (L.) Pal. Beauv)	+	+
Свинорій (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) pers)	++	+
Хвощ польовий (<i>Equisetum arvense</i> L.)	+	-
ПАРАЗИТНІ БУР'ЯНИ		
Повитиця польова (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker)	+++	+++
Вовчок соняшниковий (<i>Orabanche cumana</i> L.)	+++	+++

* за даними П.В. Писаренка [106; 109].

Умовні позначення:

- - не пошкоджуються,
- + - слабо пошкоджуються,
- ++ - пошкоджуються середньо,
- +++ - сильно пошкоджуються.

Реакція бур'янів на обробку як МПВ так і бішофітом різна. За даними П.В. Писаренка найбільш потерпають від обробки мінералізованою пластовою водою та бішофітом широколисті двосім'ядольні бур'яни, такі як

гірчиця польова, гречка татарська, гірчак березковидний, амброзія полинолиста, талабан польовий, грицики звичайні, лобода біла, березка польова та інші. Злакові бур'яни та багаторічні (такі як осот польовий, осот жовтий, хвощ польовий, мишій сизий та інші) мають опіки листової поверхні різного ступеня, але не гинуть. Але слід зазначити, що використання пластової води, на відміну від бішофіту, значно стримує ріст і розвиток таких бур'янів як осот польовий і осот рожевий. Після обробки пластовою водою вони отримують значні опіки листової поверхні, особливо точки росту, і знаходяться у пригніченому стані до 10-12 днів, що дає можливість починати збирання зернових культур до цвітіння цих злісних бур'янів (тобто запобігається їх генеративне розмноження).

Максимальні опіки отримали такі рослини як редька дика, гірчиця польова, лобода біла, талабан польовий, грицики звичайні, березка польова. Опіки листової поверхні середнього ступеня були відмічені на таких рослинах як зірочник середній, хрінниця смердюча, волошка синя, буркун білий, блекота чорна, будяк пониклий, льонок звичайний, осот жовтий, осот рожевий. Досить стійкими до впливу бішофіту виявилися пажитниця багатоквіткова, кукіль звичайний, пирій повзучий, свинорій. Згідно експериментально отриманих даних не пошкоджуються бішофітом такі рослини як вівсюг звичайний, мишій сизий, курай калійний, хвощ польовий.

У зв'язку з тим що мінералізована пластова вода має різнопланову дію на культурні рослини і бур'яни, П.В. Писаренком визначено оптимальні для обробітку фази розвитку культурних рослин природними розсолами і мінералами з метою ефективного контролю фітосанітарного стану посівів та регулювання поживного режиму [109]. Що стосується бур'янів, то згідно проведених досліджень [102] та загальноприйнятих рекомендацій по використанню гербіцидів, це найбільш ранні стадії розвитку рослин. Для сільськогосподарських культур, з метою встановлення оптимальних фаз обробітку їх мінералізованою пластовою водою П.В. Писаренком були проведені польові дослідження [109].

Встановлено, що використання МПВ різних концентрацій на посівах кукурудзи найкраще проводити у фазу 4-7 листа. На ранніх етапах розвитку кукурудза зазнає незначне пошкодження листової поверхні при обробці посівів бішофітом. Обробляти посіви кукурудзи природними розсолами та мінералами різних концентрацій можливо лише у фазі від першого до сьомого листа у зв'язку з тим що, найменше пошкоджуються листя. У фазі 8-12 листків можливо використання природних розсолів та мінералів лише 50-и та 25%-ї концентрації, тому що, використання більш високих концентрації призведуть до появи значних опіків листової поверхні, і як наслідок зменшення продуктивності рослин. Причиною зменшення стійкості рослин кукурудзи до високих концентрацій природних розсолів та мінералів у більш пізні фази розвитку є зменшення здатності злакових рослин протистояти небезпечному впливу високих концентрацій натрію і хлору [100].

Слід зауважити, що потенціал нарощування капітальних інвестицій на гектар як головного способу підвищення врожайності сьогодні практично вичерпано. У світовому землеробстві складається тенденція до переходу на технології, які ґрунтуються на зменшенні питомої ваги найбільш енергоємних процесів, в т.ч. на мінімалізації обробітку ґрунту, більш інтенсивному використанні біологічного азоту, застосуванні рідких комплексних добрив, що забезпечує високий коефіцієнт їх засвоєння рослинами, екологічнобезпечному застосуванні пестицидів, використанні надбань біотехнології, біопрепаратів, регуляторів росту та кріопротекторів [108].

Також ряд вітчизняних та зарубіжних науковців проводили дослідження щодо порівняльного вивчення різних способів обробітку ґрунту [110-114], ролі сидеральних парів, багаторічних трав у відтворенні родючості [115-118]. Дані дослідження направлені на вивчення елементів екологічного землеробства, у той же час комплексна система ведення екологічного землеробства залишається відкритою для наукового пошуку. У зв'язку з цим пошук нових джерел живлення та відновлення ґрунту за рахунок

екологобезпечних добрив є особливо актуальним на сьогодні, але при цьому мають враховуватися фінансові можливості аграріїв, а також наявність техногенно забруднених агроценозів внаслідок воєнних дій.

Таким чином задача екологізації землеробства є значно складнішою в сучасних умовах України, адже має відбуватися не тільки природне відновлення родючості ґрунту при отриманні прибутку від реалізації сільськогосподарської продукції, але і відновлення техногенно забруднених агроценозів внаслідок воєнних дій, тобто екологізація землеробства має бути направлена на забезпечення екологічної, продовольчої безпеки в регіонах України, сталого функціонування агроєкосистем.

Загалом екологізацію землекористування слід вважати найбільш значимим етапом щодо переходу на органічне землеробство та формування сталих агроєкосистем. Звідси випливає доцільність врахування певних особливостей органічного землеробства при екологізації землекористування. Насамперед, йдеться про перехід на екологічно безпечні способи землеробства та про усунення різного роду забруднень відповідних земель сільськогосподарського призначення, в тому числі і про усунення негативних наслідків попереднього забруднення земель сільськогосподарського призначення.

Тому, як зазначають ряд дослідників [119-124], при формуванні сталих агроєкосистем за рахунок екологізації землеробства першочерговими принципами є: ведення землекористування на засадах сталості (оптимізації екологічних, економічних та соціальних критеріїв, якими виступають екологічна та продовольча безпека, фінансовий прибуток); мінімізації екологічних збитків навколишньому середовищу та еколого-економічних ризиків суспільству; технології ведення землеробства мають ґрунтуватися на Природних законах. Дані принципи є похідними від ноосферного бачення розвитку суспільства, а тому методологія формування концепції сталого функціонування агроєкосистем у сучасних умовах має ґрунтуватися на метафізичній методології, основи якої в сільськогосподарську науку були

привнесені Франсуа Кене [125], а також відтворені у творах ряду вітчизняних науковців: Олексія Подолінського, Миколи Руденко та ін [126; 127].

Реалізація даних принципів передбачає оптимізацію взаємопротилежних критеріїв: одночасне підвищення ефективності використання земель сільськогосподарського призначення та зниження розораності сільгоспугідь; припинення деградації ґрунтів одночасно із зростанням їхньої родючості; підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь одночасно із збереженням навколишнього природного середовища. Все це вимагає пошуку нових шляхів відтворення родючості ґрунтів в результаті якого досягатиметься екологоорієнтоване сільськогосподарське землекористування.

Таким чином, формування сталих агроєкосистем у сучасних соціально-економічних умовах, а також враховуючи наслідки воєнних дій на Україні, можливе тільки за рахунок екологізації землеробства, що має включати екобезпечні джерела живлення ґрунту та відновлення його родючості. Це дозволить забезпечити стале функціонування агроєкосистем в умовах воєнних дій та мати соціально-еколого-економічний ефект: економічний – максимізація прибутків від реалізації сільськогосподарської продукції при мінімізації витрат; екологічний – відновлення якості ґрунтів та їх родючості, забезпечення екологічної безпеки території; соціальний – продовольча безпека населенню, яка включає якісне харчування при необхідній його кількості.

1.3 Екологізація системи удобрення сільськогосподарських культур

Хоча енергозатратні інтенсивні технології забезпечили значний приріст врожайності, світові тренди в агрономії все частіше схиляються до ресурсоощадних моделей господарювання [128-132]. Такий перехід зумовлений двома ключовими факторами: критичним накопиченням екологічних деформацій внаслідок надмірної хімізації та гострою потребою у

зниженні частки штучних ресурсів, виробництво яких вимагає колосальних енергетичних витрат. 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 [133-139].

Екологічне (біологічне або альтернативне) землеробство відрізняється від інших систем землеробства вирощуванням сільськогосподарських культур без застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших засобів хімізації [140]. Під екологізацією землеробства слід розуміти широке залучення природних (органічних) джерел живлення та стимуляторів росту сільськогосподарських культур: різні види органічних добрив, біопрепарати для захисту рослин від шкідників і хвороб, а також збільшення частки біологічно фіксованого азоту. У той же час з усіх речовин, які можуть бути використані для поліпшення росту та розвитку рослин, найбільш виправдано застосування органічних добрив.

Узагальнюючи літературні дані [141-150], можна виділити основні методи виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва: удосконалення районування виробництва сільськогосподарських культур у межах регіонів і господарств - розміщення їх на ділянках, властивості котрих (грунтові і кліматичні) найбільше повно відповідають вимогам даної культури; підвищення ефективності використання органічних добрив (застосування в якості органічних добрив відходів сільськогосподарського і промислового виробництва; розширення їхнього асортименту); посилення ролі багаторічних трав у підвищенні родючості ґрунту; розширення площ під проміжними культурами, удосконалювання їхньої технології оброблення і використання для посилення їхньої ролі у відновленні родючості ґрунтів; збільшення в структурі посівних площ частки змішаних посівів продовольчих і технічних культур із культурами, що фіксують біологічний азот; заміна чистих парів сидеральними; використання в якості органічних добрив побічної і нетоварної продукції сільськогосподарських культур;

оптимізація системи обробітку ґрунту; удосконалювання агротехнічних заходів боротьби з бур'янами як альтернативи гербіцидам; посилення ролі біологічних методів захисту рослин.

Важливо відзначити, що не може бути різкого переходу від інтенсивного землеробства, яке базується на прийомах хімізації, до біологічного. Необхідний певний адаптаційний етап, протягом якого будуть поступово виключатись негативні форми хімічного пресінгу на ґрунт і рослини, вишукуватись ощадливі варіанти технологій, які дозволять вирощувати екологічно безпечну продукцію при високій врожайності сільськогосподарських культур [151]. При цьому вузловим питанням екологізації землеробства є спосіб відтворення родючості ґрунту. Без вирішення цього питання відмова від хімізації може призвести до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур [152-153].

На думку багатьох українських та закордонних фахівців [91; 106; 154-168], ключовим вектором біологізації агровиробництва є застосування органіки. Особливе значення мають компости, виготовлення яких є фундаментальним для стабільної роботи агроєкосистем [169]. При компостуванні в органічній масі підвищується відносний вміст доступних для рослин елементів живлення (азоту, фосфору, калію та ін.), знищується патогенна мікрофлора та яйця гельмінтів, зменшується кількість целюлози та пектинових речовин, добрива стають сипучими, що полегшує їх внесення у ґрунт [170]. Позитивний вплив компостів проявляється насамперед у тому, що вони сприяють накопиченню в ґрунті гумусу. Крім того, за тривалого, системного використання компостів покращуються фізико-хімічні властивості ґрунтів: збільшуються запаси поживних речовин, знижується кислотність, покращується агрегатний склад ґрунту [171-177].

При внесенні гною ґрунтова мікрофлора збагачується корисними групами бактерій. Органічна речовина гною є енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення гною в ґрунті відбувається активізація азотфіксуючих та інших мікробіологічних процесів. Але в той же

час є один недолік даного методу - разом з гектарною нормою гною на поля може бути внесено до 100 млн. насінин бур'янів, що зумовлює високу ступінь засміченості поля [178].

Насьогодні технологія отримання якісного гною ВРХ на основі компостування протягом 6 місяців наведена в нормативному документі ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців. Технологія отримання органічного добрива із посліду птиці наведена у ДСТУ 7527:2014 [180]. Методика внесення органічних добрив затверджена Наказом Мінагрополітики від 24.11.2021 р. № 382 «Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів» [181]. У той же час з даних Держкомстату України випливає, що ґрунт в Україні не одержує необхідної кількості добрив, у першу чергу – органічних. За даними Держкомстату в 2021 р. частка удобреної площі мінеральними добривами до загальної посівної площі складала 69 %, а органічними – 2,5 %. Це призводить до виснаження й деградації земель [182].

Дослідженням питань щодо покращення якості органічних добрив займалися вчені Волкогон В. В., Деркач С. М. [183], Колісник Н. М., Тимофійчук Б. В. [184], Русаков, Д. С., Дідух, В. Ф. [185], Чабанюк Я. В., Бровко І. С. [186], Taylor J. P. [187]. Досить багато досліджень направлено на отримання високоякісних органічних добрив за рахунок використання різних штамів мікроорганізмів [188-193]. Зокрема, за результатами досліджень Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН встановлено особливості сукцесій угруповань мікроорганізмів при компостуванні органічних субстратів на основі курячого посліду [194-196].

На основі аналізу літературних даних можна констатувати, що сучасні технології компостування органічної речовини базуються на оптимізації складу субстрату за співвідношенням С:N, вологості субстрату, використання перемішування та аерації. Важливим залишається мікробіологічний аспект, особливо при виготовленні компостів за інтродукції агрономічно цінних

мікроорганізмів, оскільки з'ясування оптимальних умов для їх інтродукції матиме вирішальне вплив на приживаність та розвиток інтродуцентів в органічних субстратах, що дасть змогу отримувати біоорганічні добрива високої якості з запрограмованими властивостями [197-198].

Як зазначає у своїх дослідженнях Волкогон В. В, роль організмів, що заселяють ризосферу, нагадує функції органів травлення тварин [199]. Саме мікроорганізми перетворюють недоступні для рослин сполуки в мобільні, оптимальні для метаболізму. У системі ґрунт – мікроорганізми – рослина ґрунтові бактерії є незамінною і невід'ємною складовою. Саме тому рослина, забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів, одержує повноцінне живлення і, як наслідок, реалізує свій потенціал щодо врожайності.

У даному аспекті потрібно відзначити класичні роботи Докучаєва В. В. і Костичева П. А. [200; 201], які свідчать, що утворення родючого шару ґрунту є процесом комплексним – одночасно геологічним і біологічним. Костичев П. А., крім того, показав, яке значення мають ґрунтові мікроорганізми у формуванні біологічно активних ґрунтів, довівши, що мікроорганізми не тільки розкладають органічні рештки, а й постійно синтезують складні органічні сполуки, в тому числі й біологічно активні речовини, які забезпечують активний розвиток рослин.

Сьогодні, на жаль, у більшості ґрунтів уже відсутні деякі види мікроорганізмів, які завжди вважалися індикаторами родючості. Їх місце зайняли нетипові для ґрунтоутворного процесу бактерії. При цьому молоде коріння рослин заселяють неспецифічні мікроорганізми, які, звичайно, виконують і нетипові функції – вони займаються не «годівлею» рослин елементами мінерального живлення та забезпеченням біологічно активними сполуками, а паразитують на рослинному організмі. Наслідки відомі: навіть за достатнього мінерального живлення сільськогосподарські культури не забезпечують повноцінного урожаю. Тому виникає необхідність застосовувати агроприйоми, спрямовані на збільшення кількості агрономічно цінних мікроорганізмів, або ж штучно забезпечувати агроценози

необхідними бактеріями. Цього потребують практично всі сучасні агроценози, оскільки ґрунти, як уже зазначалось, є біологічно деградованими. Саме тому даний напрямок актуальний для наукового пошуку, адже постає необхідність у підборі штамів та доз мікроорганізмів для створення найбільш сприятливих умов розвитку ґрунтової мікрофлори, яка при сприятливих умовах є основою відтворення родючості ґрунтів.

Вітчизняні мікробіологи розробили низку ефективних засобів на основі активних штамів, що фіксують азот, мобілізують фосфор та стимулюють ріст культур. Серед відомих розробок — «Альбобактерин», «Біогран», «Діазобактерин», «Мікрогумін», «Поліміксобактерин», «Ризогумін» та «Хетомік» (ІСМАВ НААН). Також значну роль відіграють «Біополіцид», «Ризоактив» і «Ризобофіт» (ІАП НААН), а також «Азогран» (ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАНУ). Ці біопрепарати демонструють високу результативність, а більшість із них офіційно схвалена для впровадження в системах органічного землеробства [202-203].

Наразі розроблено сучасні підходи до виготовлення біопрепаратів, де враховується не тільки активність бактерій, а й ідеальне дозування ауксинів та цитокінінів [204-206]. Синергія мікробіологічного складника та регуляторів росту гарантує створення стійких симбіозів, що позитивно впливає на збори та якість врожаю. Використання біопрепаратів істотно впливає на формування кореневої системи, її поглинальну здатність, діяльність низки ферментних систем рослинного організму, що сприяє оптимізації засвоєння рослиною поживних речовин.

За даними дослідів з важким ізотопом ^{15}N та лізіметричних досліджень, проведених в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, біопрепарати підвищують рівень поглинання азоту з добрив на 20–30%, одночасно стримуючи вимивання поживних часток углиб ґрунту. Практичні тести підтверджують: використання мікробних засобів за впливом на врожайність рівноцінне

внесенню 30–60 кг/га азотних та 20–40 кг/га фосфорних добрив. Фінансова вигода від такої заміни в середньому сягає 2800 грн на кожен гектар [209].

За результатами досліджень Патики М. В. [210] становлено, що інтродуковані в агроценози корисні ґрунтові мікроорганізми, заселивши кореневі сфери, тривалий час блокують інфікування рослин патогенними бактеріями та мікроміцетами. Результати досліджень, проведених в Інституті мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного [211] вказують на те, що навіть під час масових спалахів хвороб обробка насіння біопрепаратами відтерміновує інфекцію на 14–21 день, що критично важливо для збереження врожаю. Крім того, отримане з таких посівів зерно має природний захист від патогенів, що покращує його лежкість при зберіганні [211].

Наступним надзвичайно важливим питанням, яке вирішує ґрунтова мікробіологія вже сьогодні, є встановлення фізіологічно оптимальних норм добрив, у першу чергу, азотних. Їх доцільність має бути обґрунтованою не лише з економічних міркувань, а й екологічної та фізіологічної доцільностей їх застосування, адже надлишкові азотні добрива забруднюють довкілля, сприяють погіршенню фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів. Є різні способи визначення фізіологічно прийнятних доз добрив. Проте найнадійнішими індикаторами допустимих меж навантаження агрохімікатів на агроценози є ґрунтові мікроорганізми. За результатами досліджень в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН ряд дослідників [212-215] запропонували нову стратегію застосування добрив у сільськогосподарському виробництві — як у межах фізіологічного оптимуму, так і в поєднанні з біопрепаратами.

Дослідженнями Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН встановлено, що якщо в землі забагато мінерального азоту, але бракує свіжої органіки, мікроби починають руйнувати гумус. Щоб запобігти деградації родючого шару, необхідно додавати рослинні рештки (солону або сидерати). Це дозволяє

мікроорганізмам тимчасово зв'язати зайвий азот, перетворивши його на безпечні органічні сполуки [209; 216].

В установах Національної академії аграрних наук України активно проводять дослідження ефективного компостування органічної речовини різного походження. Зокрема в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН розроблено принципи керованого компостування органічної речовини (гною та пташиного посліду) за участі інтродукованих до субстрату мікроорганізмів-деструкторів целюлози і лігніну [214; 215], створено нові біоактивні органо-мінеральні добрива Фосфогумін та Біоком-Т [217; 218]. Зазначені добрива характеризуються не лише задовільним агрохімічним складом, а й високим умістом агрономічно корисних мікроорганізмів та фітогормонів, що позитивно позначається на урожайності сільськогосподарських культур. У ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» НААН створено технологію виготовлення компостів з високим вмістом гумусових сполук. В ННЦ «Інститут землеробства НААН» розроблено органо-мінеральне біоактивне добриво «Екобіом». Зазначені добрива активно впроваджуються у виробництво [219]. Також не до кінця вирішеною є проблема компостування осадів стічних вод та комунальних відходів. Способи одержання цінної органічної речовини з комунальних відходів відомі, проте мікробіологічні аспекти її компостування потребують ефективних рішень.

В останні роки в США, Ізраїлі, Індії, Бразилії та інших країнах досить інтенсивно застосовують біологічні препарати на основі відселекціонованих мікроорганізмів, інтродукція яких у кореневу зону рослин протягом певного вегетаційного періоду забезпечує більш комфортний розвиток сільськогосподарських культур. Разом з тим впровадження біопрепаратів у виробництво стримується. Мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дій. Достовірний господарчий ефект вони забезпечують лише на 60-70% [220].

На дієвість біопрепаратів суттєво впливають гідротермічні умови. Зокрема, інокуляція насіння в сухий або холодний ґрунт не приносить бажаного результату. Тому вкрай необхідно розробити біопрепарат або способи їх використання, які б забезпечували високу і стабільну їх ефективність. Одним з перспективних шляхів вирішення цього завдання, на наш погляд, є створення сумішей, які містили як самі мікроорганізми, так і живильні середовища для них, а також при певних невідгідних ґрунтово-кліматичних умовах мінімізували б такий вплив для мікроорганізмів.

Останнім часом активно досліджується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів. Зокрема можливості використання пробіотиків для обробки посліду птахівництва досліджено багатьма науковцями та визначені рекомендовані препарати та дози [220-224; 226-228].

Пробіотичні препарати (пробіотики) складаються з пробіотичних бактерій і ферментів та не містять хімічних і 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. Пробіотичні бактерії за визначенням є непатогенними, нетоксичними, володіють високою адгезивною та антагоністичною здатністю до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

Більшість пробіотиків містять в своєму складі, як правило, факультативно анаеробні бактерії (в основному родів *Bifidobacterium* і *Lactobacillus*) і спороутворюючі аеробні бактерії роду *Bacillus* (*Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus megaterium* і ін.). Вироблення молочнокислими бактеріями *Bifidobacterium* і *Lactobacillus* органічних кислот, а також великої кількості біологічно активних компонентів (антибіотиків, бактеріоцинів, лізоциму, перекису водню), як і конкуренція за поживні речовини, пригнічує ріст і витісняє з харчової ніші патогенні мікроорганізми, а також гнилісні бактерії.

Відмічається також здатність бактерій роду *Bacillus* виробляти вітаміни, амінокислоти і біологічно активні речовини [166; 225].

Сінна паличка (*Bacillus subtilis*) продукує різноманітні антимікробні метаболіти: ліпопептиди, поліпептиди, ферменти, непептидні сполуки, що значною мірою зумовлює її фунгіцидний ефект щодо особливо небезпечних фітопатогенних грибів [238-239]. Найбільш докладно вивчено структуру та механізм дії ліпопептидних фунгіцидів, до яких відносять активні пептиди з сімейств ітуринів, сурфактинів, фенгіцинів [240]. Синтез ліпопептидів *Bacillus subtilis* відіграє ключову роль придушенні фітопатогенів у природних умовах, при цьому продукція ітуринів та фенгіцинів визначається присутністю фітопатогенів у навколишньому середовищі.

Висока ефективність проти міцеліальних грибів пов'язана зі здатністю метаболітів *Bacillus subtilis* впливати на мембрани за допомогою взаємодії з ергостеролом, при цьому відбувається утворення пір з наступним виходом одновалентних катіонів з клітин, які у зв'язку з цим лізуються [241-245]. Для ліпопептидів з різних сімейств специфічні механізми утворення пір різні [246]. Як правило, штами бактерій з високим вмістом ліпопептидних антибіотиків мають більш високу антагоністичну активність і широкий спектр дії. З іншого боку, рослинні полісахариди стимулюють утворення сурфактину, що продукується в перші години взаємодії бацил з тканинами коренів [247; 248].

Противіробкові властивості бацил також пояснюють наявністю біосурфактантів — амфіпатичних молекул із гідрофобними та полярними ділянками. Сурфактини вважаються одними з найдієвіших речовин такого типу. Хоча вони подібні до ітуринів за структурою та функціями, їхні молекули вирізняються наявністю амінокислот із гідрофобними радикалами та специфічними жирними кислотами. Окрім прямого знищення шкідників, сурфактини та фенгіцини заважають закріпленню конкурентних мікробів і стимулюють у рослин імунітет до хвороб та стресів. Такі ліпопептиди

фактично слугують сигналом для запуску внутрішніх захисних систем рослинного організму [249-251].

Таким чином здатність *Bacillus subtilis* продукувати різноманітні за структурою та властивостями біологічно активні метаболіти значною мірою обумовлює її фунгіцидний ефект щодо особливо небезпечних фітопатогенних грибів. Але на даний час питання щодо використання пробіотиків у процесах відновлення родючості ґрунту є малодослідженим, яке тільки починає розвиватися.

У науковій літературі також відзначаються інші альтернативні методи отримання високоякісного органічного добрива. Зокрема у ряді літературних джерел відзначається [226], що для підвищення якості гною можливо використовувати вуглеамонійні солі, компост що отримується збагачується на амонійну форму азоту і вуглекислий газ, що за даними ряду авторів [227-228] призводить до підвищення концентрації вуглекислоти.

Сьогодні при розробці регіональних систем господарювання особливий акцент роблять на залученні місцевої сировини для відновлення земель та переходу до біологічного землеробства, зокрема природних розсолів та мінералів. Дослідження проведені у [100; 229] дозволили встановити оптимальну дозу використання мінералізованої пластової води для покращення якості органічних добрив. Цей метод має низку переваг: наявність у воді залишків нафти (до 3%) допомагає утримувати аміак, запобігаючи його втратам; унікальний набір природних компонентів насичує добриво рідкісними мікроелементами; крім того, такий розчин суттєво пригнічує проростання бур'янів, насіння яких часто міститься в органіці.

Зокрема дослідження проведені у [10; 106] дозволили встановити, що використання природних розсолів та мінералів під час зберігання гною, дозволяє знищити рудеральну рослинність яка росте на буртах і збагачує гній на насіння бур'янів, значно знизити схожість насіння бур'янів яке вже міститься у органічних відходах тваринництва, підвищити поживність за рахунок його збагачення на мікроелементи, вміст яких у деяких ґрунтах

надто низький. Встановлено істотне збільшення вмісту обмеженої речовини і поживних елементів при використанні мінералізованої пластової води в дозі 250 л/т гною.

Також проведені дослідження щодо використання природних розсолів та мінералів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур. Дослідження показали, що застосування мінералізованої пластової води, як основного добрива, нормами від 300 до 900 л/га є неефективним. Достовірні прирости урожаю пшениці озимої відмічені при нормах внесення 900 і більше літрів пластової води на 1 га. Кращим варіантом за роки досліджень виявився 1200 л/га мінералізованої пластової води на один гектар, при ньому урожайність озимої пшениці склала 35,6 ц/га, що на 27,5% вище за контроль. Використання мінералізованої пластової води дозволило підвищити не тільки урожайність зерна озимої пшениці, але і його якість [109].

Також досліджувалися можливості щодо використання бішофіту як основного добрива на посівах різних сільськогосподарських культур [230]. При дослідженні впливу бішофіту на продуктивність озимої пшениці не виявлено чіткої тенденції до зростання продуктивності посівів. Бішофіт є високомінералізованою речовиною з переважанням солей хлору, тому його ефективність в значній мірі залежить від кількості опадів у осінньо-зимовий період, які створюють промивний режим ґрунту і вимивають надлишок хлору з верхнього шару ґрунту [231].

Таким чином, ґрунтуючись на попередні вітчизняні та зарубіжні дослідження, можна констатувати найбільшу перспективність використання мінералізованої пластової води (МПВ або в інших літературних джерелах [104; 107] – СПВ) та мікробіологічних препаратів, зокрема пробіотиків, у якості органічних добрив та у технології отримання гною. Враховуючи, що використання МПВ і пробіотиків не суперечить технології ведення землеробства в контексті сталого функціонування агроєкосистем, комплексне використання даних препаратів є актуальним для подальшого наукового дослідження.

Висновки до 1 розділу.

1. Встановлено, що не дивлячись на значну кількість публікацій щодо екологізації сільськогосподарського виробництва, питанням щодо забезпечення екологічно сталого функціонування агроecosистем в умовах воєнних дій в Україні приділено недостатньо уваги. Обґрунтовано, що в даних умовах у сільськогосподарському господарстві актуалізується трьохстороння задача, яка включає екологічну сторону – відновлення ґрунту та забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнних дій, економічну – отримання сільськогосподарської продукції необхідної кількості та якості при обмежених фінансових можливостях аграріїв, соціальної – забезпечення продовольчої безпеки за рахунок якісної сільськогосподарської продукції необхідної кількості. Таким чином виникає необхідність у пошуку нових методів та технологій живлення та відновлення ґрунту, основаних на природних екологобезпечних методах відтворення його родючості та очистки від антропогенних забруднень з метою забезпечення сталого функціонування агроecosистем, екологічної та продовольчої безпеки на території України в сучасних умовах.

2. Обґрунтовано, що при формуванні сталих агроecosистем за рахунок екологізації землеробства першочерговими принципами є: ведення землекористування на засадах сталості (оптимізації екологічних, економічних та соціальних критеріїв, якими виступають екологічна та продовольча безпека, фінансовий прибуток); мінімізації екологічних збитків навколишньому середовищу та еколого-економічних ризиків суспільству; технології ведення землеробства мають ґрунтуватися на Природних законах. Реалізація даних принципів передбачає оптимізацію взаємопротилежних критеріїв: одночасне підвищення ефективності використання земель сільськогосподарського призначення та зниження розораності сільгоспугідь; припинення деградації ґрунтів одночасно із зростанням їхньої родючості; підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь одночасно із збереженням навколишнього природного середовища. Все це вимагає

пошуку нових шляхів відтворення родючості ґрунтів в результаті якого досягатиметься екологоорієнтоване сільськогосподарське землекористування.

Доведено, що формування сталих агроecosистем у сучасних соціально-економічних умовах, а також враховуючи наслідки воєнних дій на Україні, можливе тільки за рахунок екологізації землеробства, що включає екобезпечні джерела живлення ґрунту та відновлення його родючості. Це дозволить забезпечити стале функціонування агроecosистем в умовах воєнних дій та мати соціально-еколого-економічний ефект: економічний – максимізація прибутків від реалізації сільськогосподарської продукції при мінімізації витрат; екологічний – відновлення якості ґрунтів та їх родючості, забезпечення екологічної безпеки території; соціальний – продовольча безпека населенню, яка включає якісне харчування при необхідній його кількості.

3. На основі аналізу літературних даних встановлено, що використання мікробних препаратів істотно впливає на формування кореневої системи, її поглинальну здатність, діяльність низки ферментних систем рослинного організму, що сприяє оптимізації засвоєння рослиною поживних речовин. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що пробіотики знезаражують гній від патогенних мікроорганізмів. Однак мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дій. Одним з перспективних шляхів вирішення цього завдання, на наш погляд, є створення сумішей, які містили як самі мікроорганізми, так і живильні середовища для них, а також при певних невігідних ґрунтово-кліматичних умовах мінімізували б такий вплив для мікроорганізмів.

На основі попередніх досліджень обґрунтовано, що використання супутньо-пластової води для отримання органічних добрив вигідно відрізняється від традиційних методів тим, що СПВ містить у своєму складі до 3% нафти, яка при потраплянні на гній сприяє зменшенню втрат аміаку;

завдяки унікальному природному складу СПВ збагачує гній не тільки на головні елементи живлення, але і на мікроелементи, яких у гноєві невелика кількість; СПВ значно знижує схожість насіння бур'янів які знаходяться у гноєві.

Враховуючи перспективність попередніх досліджень щодо використання мінералізованої пластової води у якості мінеральних добрив, яка в той же час є джерелом макро- і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук щодо біологізації системи удобрення, зокрема з урахуванням синергічної дії пробіотичних препаратів та мінералізованої пластової води. Встановлено, що подальше вивчення комплексного використання СПВ з пробіотичними препаратами для покращення якості органічних добрив є актуальним на сьогодні.

Таким чином, у сучасних умовах доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у системі сталого функціонування агроєкосистем, зокрема щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику

Основні результати проведеного дослідження опубліковані в працях [350; 356; 357; 360; 362; 364; 367].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови району дослідження

2.1.1. Ґрунтові умови

Польові дослідження проводилося протягом 2022-2024 рр. на території Полтавської обл., Миргородського р-н, с. Баранівка (ПСП «НИВА»), лабораторні дослідження проводилися у лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ.

Дослідження здійснювалися в умовах Полтавської області, що територіально відносять до центральної частини України зони Лісостепу та характеризуються різноманітністю ґрунтових умов та помірноконтинентальним кліматом. Загальна протяжність території із півночі на південь сягає 213,5 км, із заходу на схід – 245 км. Сільськогосподарські угіддя займають 75,3 %, що свідчить про можливість отримання значного обсягу аграрної продукції при вирощуванні культур. За виробництва валової продукції сільського господарства Полтавська область займає третю позицію, а от за територією – 7 місце в Україні (4,6 % площі), за обсягом виробництва зернових культур займає друге місце [252].

На Полтавщині сьогодні виділяють 53 види ґрунтів, серед яких ключовими є 12 агрогруп: від різноманітних чорноземів та підзолистих до торфовищ і солонців. Ці землі мають глибокий гумусовий шар (80–120 см), сформований завдяки багаторічному накопиченню рослинних залишків у лучних степах та інтенсивному проникненню вологи, що рівномірно розподіляла поживні речовини по профілю [253, 254].

У Полтавській області зустрічається близько восьми типів ґрунтів. Ґрунти області найчастіше представлені чорноземами – 64 %. Механічний склад ґрунтів змінюється із заходу до південного сходу – від

легкосуглинкових до важкосуглинкових, а решта території – середньосуглинкові.

Ґрунтовий покрив Полтавщини залежить від існуючого рельєфу. Лісостепова зона Полтавської області відрізняється від інших лісостепових областей наявністю близько третини площі орних земель та сільськогосподарських угідь, що мають засолені ґрунти. На півдні області поширені найбільші масиви солонцюватих ґрунтів. Це пояснюється умовами близького залягання ґрунтових вод.

Важливими показниками ґрунтів є забезпеченість їх поживними речовинами, до яких відносять основні біогенні елементи (фосфор, азот, калій) та гумус ґрунту, які, відповідно, впливають на розвиток та ріст рослин. 49,2 % ґрунтів агропідприємств Полтавської області, за даними агрохімічної паспортизації 2014 року, мають середній вміст гумусу, 37,5 % – підвищений. Високий і дуже високий рівні характерні для відповідно 10,5 % та 0,7 % обстежених ґрунтів. Загалом в Полтавській області усереднений показник вмісту гумусу складає 3,33 %. За даними агрохімічної паспортизації, кількість мікроелементів у ґрунтах області достатня для оптимального живлення сільськогосподарських культур. Ґрунти мають найбільший дефіцит у цинку, середньозабезпечені міддю та марганцем та достатньо забезпечені бором [255].

Велику роль у вологозабезпеченості території Полтавської області відіграють водні ресурси. Дана територія розташована на лівобережжі басейну річки Дніпра в межах Придніпровської низовини. Місцевість являє собою рівнину, розділену ярами та річковими долинами. Поверхні водойми займають 5,2% усієї площі Полтавської області [256].

Більшість земель (64,2 %) Полтавської області за агрохімічною оцінкою належить до земель підвищеної якості (50–60 балів), але спостерігається тенденція до її зниження. Загалом територія області входить до переліку умовно чистих земель, що дає змогу віднесення даних земель до

спеціальних сировинних зон та відповідно можливість вирощування на них органічної продукції.

Полтавщину поділяють на чотири специфічні зони. Перша (Західна) вирізняється глибокими малогумусними чорноземами та значною часткою опідзолених легких ґрунтів. У другій (Східній) переважають середньо- та малогумусні типи, а також суглинки в центрі й на півночі. Третя (Перехідна) характеризується рівнинами з легкими або середніми за складом чорноземами. Четверта (Південно-Західна) зона специфічна наявністю глибоких солонцюватих чорноземів, а також вологих засолених ділянок і солончаків [254].

Незважаючи на наявність чорноземів та високий вміст гумусу в ґрунтах, в Полтавській області спостерігаються процеси, що зменшують родючість ґрунту. На зниження родючості ґрунтів також впливають процеси деградації земель та їх забруднення. Зокрема дане питання актуалізується в умовах воєнних дій в Україні [256; 257].

Територія Шишацької селищної громади (де розміщується ПСП «НИВА», с. Баранівка) розташована в смузї чорноземів, що є характерним для лісостепової зони, ґрунти переважно - малогумусний чернозем. В той же час певні гідрографічні умови обумовлюють розмаїтість ґрунтового покриву. Так, в місцях, наближених до річки Псел та інших понижених зволжених ділянках мають місце ґрунти – лугові солонцюваті, лугові болотні та їх комплекси. Ці території є сприятливими для пасовищ та сіножатей. У випадку їх осушення можливе використання під овочеві, технічні культури та кормові угіддя.

У табл. 2.1-2.2 наведено результати кількісного хімічного аналізу ґрунту, відібраного території розміщення ПСП «НИВА» (с. Баранівка, Шишсцька СТГ, Миргородський район, Полтавська область), дослідження при ведені у додатку Б. Відбір проб проводився відповідно методики [258]. Рельєф і ґрунтові умови господарства є сприятливими для вирощування основних агрокультур. У даних пробах ґрунту перевищень ГДК

досліджуваних речовин не виявлено; досліджені проби ґрунту по визначених показниках відповідають вимогам Наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1595 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті» (ступінь забруднення - незабруднені). За ступенем засоленості зразки ґрунту відносяться до незасолених; за вмістом гумусу - середні; за ступенем кислотності - слаболужні; за вмістом фосфору і калію (за Чиріковим, Olsen) - середні; за гідролітичною кислотністю - нейтральні; за вмістом солей - оптимальні.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика проб ґрунту із території ПСП «НИВА»

Показник	Одиниці вимірювання	НД та методи випробувань	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4	ГДК*	Фонова
1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH _{H2O}	од. pH	ДСТУ ISO 10390:2007	7,51	7,67	7,84	7,81	6,0-9,0	8,10
pH _{KCl}	од. pH	ДСТУ ISO 10390:2007	6,30	6,45	7,04	6,94	-	7,05
Cond.	mS/cm	ДСТУ ISO 10390:2007	0,32	0,30	0,23	0,31	-	0,40
% гумусу	%	ГОСТ 23740-79	3,98	4,10	3,78	4,02	≥2	4,07
Азот загальний (N)	%	ГОСТ 26107-84	0,17	0,15	0,12	0,10	-	0,18
N - NO ₃ ⁺	мг/кг	ДСТУ ISO/TS14256-1:2005	6,9	6,3	6,8	5,9	-	5,3
N-NH ₄ ⁺	мг/кг	ГОСТ 26489-85	38,5	43,9	41,8	36,1	-	41,7
Азот легкогідролізований	мг/кг	ДСТУ 7863:2015	139,61	105,30	124,85	134,5	-	157,6
P ₂ O ₅	мг/кг	ГОСТ 26204-91	70,20	71,41	75,72	67,29	-	79,32
		Olsen	9,2	10,9	10,7	19,1	-	10,3
K ₂ O	мг/кг	ГОСТ 26210-91	53,2	51,23	42,6	55,9	-	65,1
Гідролітична кислотність (Hr)	мг*екв/100 г	ГОСТ 26212-91	1,9	1,5	1,1	1,3	-	1,1
Сума поглинутих основ (S)	мг*екв/100 г	ГОСТ 27821-88	35,85	36,15	40,86	35,58	-	38,63

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ca²⁺ обм	мг*екв/ 100 г	ГОСТ 26487-85	10,6	11,2	10,8	12,1	-	12,4	
Mg²⁺ обм	мг*екв/ 100 г		0,1	0,5	0,2	0,1	-	0,1	
Обмінний натрій	мг*екв/ 100 г	ГОСТ 26950-86	0,18	0,21	0,13	0,28	-	0,34	
K+Na	%	ДСТУ 7944:2015	3,7	4,1	4,2	3,9	-	5,0	
S/SO₄	мг/кг	ДСТУ 8347:2015	5,18	5,51	6,05	5,95	-	7,04	
Сухий залишок	%	ГОСТ 26423-85	0,21	0,25	0,38	0,19	-	0,29	
HCO₃	%	ОСТ 46-52-76	0,031	0,035	0,116	0,165	-	0,073	
	мг*екв/ 100 г		0,51	0,57	1,9	2,7	-	1,2	
CO₃	%		0,04	0,02	-	0,03	-	-**	
	мг*екв/ 100 г		0,63	0,32	-	0,47	-	-	
Cl	%		0,002	0,002	0,003	0,004	-	0,003	
	мг*екв/ 100 г		0,07	0,07	0,09	0,1	-	0,09	
SO₄²⁻	%		0,076	0,052	0,026	0,056	-	0,036	
	мг*екв/ 100 г		1,58	1,08	0,54	1,16	-	0,75	
Свинець (Pb)	мг/кг		ДСТУ 4770.9:2007	1,22	1,51	2,14	1,08	32,0	1,19
Кобальт	мг/кг		ДСТУ 4770.5:2007	0,87	0,93	0,39	0,86	5,0	0,63
Марганець (Mn)	мг/кг	ДСТУ 4770.1:2007	44,65	61,87	52,31	24,96	1500	27,63	
Мідь	мг/кг	ДСТУ 4770.6:2007	0,33	0,45	0,18	0,64	3,0	0,21	
Нікель (Ni)	мг/кг	ДСТУ 7965:2015	0,14	0,21	0,24	0,98	4,0	0,11	
Цинк (Zn)	мг/кг	ДСТУ 4770.2:2007	0,38	0,28	0,47	1,01	23,0	0,45	
Хром Cr (+6)	мг/кг	ДСТУ 7965:2015	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	
Залізо (Fe)	мг/кг	ДСТУ 7913:2015	38,65	55,95	78,41	24,95	-	42,61	
Кадмій	мг/кг	ДСТУ 4770.3:2007	0,10	0,20	0,15	0,31	1,5	0,12	
Молібден	мг/кг	ОСТ 10151-88	0,2	0,2	0,1	0,2	-	0,4	
Нафтопродукти	мг/кг	МВВ 31-497058-009-2002	85,12	101,45	74,63	77,13	1000	71,65	

Таблиця 2.2

Механічний склад проб ґрунту із території ПСП «НИВА»

Проба	Пісок (частинки менше 0,25-2,0 мм)	Мул (пил) (частинки менше 0,005- 0,25 мм)	Глина (частинки менше 0,005 мм)	Тип ґрунту
Ділянка 1	24,78	57,92	17,30	Пилуватий середній суглинок
Ділянка 2	25,60	58,54	15,86	
Ділянка 3	21,32	59,42	19,26	
Ділянка 4	20,23	63,43	16,34	
Фон	14,56	67,31	18,13	

Загалом Полтавщина, у тому числі і територія Шишацької селищної громади (місце проведення досліджень, с. Баранівка), має сприятливі агрокліматичні умови, наближені до оптимальних для розвитку сільського господарства. Проте тут, як і в усьому регіоні, спостерігається втрата органіки та падіння родючості, що посилюється ризиками техногенного забруднення внаслідок воєнних дій на Україні. Таким чином, постає необхідність у пошуку нових методів та технологій живлення та відновлення ґрунту, основаних на природних екологічнобезпечних методах відтворення його родючості з метою забезпечення сталого функціонування агроєкосистем, екологічної та продовольчої безпеки на території України в сучасних умовах.

2.1.2 Природно-кліматичні умови

Клімат Полтавської області (відповідно до [256]) помірно-континентальний, характеризується жарким літом і відносно холодною зимою. Середня температура січня - 7⁰С, липня - 21⁰С. Тривалість безморозного періоду 162-182 дня. Осадки 450-565 мм у рік. Висота сніжного покриву 9,2 см, його тривалість 80-100 днів. Промерзання ґрунту 70-90 см. Полтавська область в цілому поділяється на 4 зони, які характеризуються певними особливостями за температурою та кількістю опадів: Західна Лісостепова зона, найбільш вологозабезпечена, середня кількість опадів - близько 550 мм, але менш забезпечена теплом (сума ефективних температур – у межах 2600–2700⁰); Східна Лісостепова зона з більш посушливим

кліматом, середня кількість опадів - 508 мм та вищим тепловим режимом (сума ефективних температур підвищується до 2700–2800°); Перехідна-Південна зона, найбільш посушлива, середня кількість опадів становить 480 мм та з найвищим тепловим режимом (сума ефективних температур сягає до 2800–2900°); Південно-Західна зона, кліматичні показники якої збігаються з показниками Східної Лісостепової зони [252].

Дослідження проводились в польових стаціонарних дослідах ПСП «НИВА», с. Баранівка, Миргородського району Полтавської області. Технології вирощування кукурудзи відповідали рекомендаціям для Лісостепової зони України.

Гідромережа району відноситься до басейну Дніпра і належить до гідрогеологічної зони достатньої водності (Лівобережна Дніпровська гідрогеологічна область). На території Шишацької селищної громади протікає р. Псел. Довжина річки Псел – 717 км, площа басейну 22 800 км². Площа водозбору річки Псел на території України становить 16270 км². Долина у верхній частині вузька, глибока, з крутими схилами, нижче її ширина досягає 10-15 км, у пониззі – 20 км. Схили долини асиметричні: високі праві (вис. 30 – 70 м) та низькі ліві. Заплава розчленована старицями та протоками, на окремих ділянках заболочена. Річище звивисте, розгалужене, ширина річища у нижчій течії до 60 – 80 м. Похил річки 0,23 м/км. Живлення переважно снігове. Середьорічні витрати води біля с. Баранівка - 34,7 м³/с. Мінералізація води становить: весняна повінь - 632 мг/дм³; літньо-осіння межень - 713 мг/дм³; зимова межень - 749 мг/дм³. Річка замерзає на початку грудня, скресає до кінця березня [255].

З несприятливих екзогенних геологічних процесів і явищ на території Шишацької селищної громади, як і в Полтавській області загалом, можна відзначити засолення ґрунтів, оповзи, заболочування долів, суфозійно-просадкові явища.

В 2021 році середня добова температура повітря перейшла вище 0 градусів - 28 березня, вище 5 градусів - 7 квітня і вище 10 градусів - 19

квітня. Повне відтанення ґрунту відбулося 13 квітня. З В першій-другій декадах квітня середня декадна температура повітря була (4,1 і 7,5 градусів) близькою до норми, а в третій декаді місяця цей метеорологічний показник різко підвищився (до 14,1 градуса і в перших двох декадах травня він продовжував підвищуватись (18,2 і 21,0 градуси), що перевищував відповідно норму на 4,4⁰С, 5,0⁰С і на 5,6 градуси.

Літо в основному характеризувалось теплою погодою із середніми декадними температурами повітря, близькими до норми або перевищуючи її на 1,5-3,4 градуси. Максимальна середня декадна температура повітря спостерігалась (23,0 градуси) в першій та в другій (21,9 градуси) декадах червня.

Осінь була теплою і порівняно не дуже тривалою, тому що стійкий перехід середньої температури нижче 10 градусів здійснився уже 15 вересня, а це раніше звичайних строків на 21 день. Тривалість теплового періоду вегетації із температурою вище 10 градусів склала всього 149 днів, що менше звичайної на 14 днів. Незважаючи на те, що теплий період був коротким, сума активних температур (за цей період) виявилась вищою норми на 89 градусів (2848 проти 2759 градусів).

Кількість опадів за весь вегетаційний період склала 455 мм, а це більше норми на 107 мм. Значні дощі проходили в другій декаді квітня (33,9 мм), в другій декаді травня (29,4 мм), в третій декаді червня (37,5 мм), в першій серпня (61,7 мм) та в другій і в третій декадах вересня (43,8мм і 56,0 мм). Дуже сухими були: третя декада травня (0,5 мм), перша - червня (5,8 мм) та друга декада вересня (0,0 мм).

Через нерівномірне випадання дощів і підвищену температуру повітря рослини в деяких декадах відчували дефіцит вологи в ґрунті, що відповідно відбилось на формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Відносна вологість повітря за вегетацію була (67 %) не на багато вищою від норми (66 %). Гідротермічний коефіцієнт склав 0,99, що характеризує недостатнє зволоження всього вегетаційного періоду.

У першій декаді вересня після дощу були невеликі запаси продуктивної вологи в 0-20 см шарі ґрунту, і це не затримало здійснити посів озимих зернових. В другій декаді пройшли дощі в 4 рази більші норми. Температурний фон листопада був надзвичайно високим - на 0,5-1 вище найтеплішого листопада.

Перехід середньої добової температури нижче 0 градусів здійснився аж 10 грудня, що пізніше звичайних дат на 22 дні. В третій декаді грудня настало різке надзвичайно глибоке похолодання (середня декадна температура сягала до -13,7 градусів). Підсумовуючи викладене, можна сказати, що вегетаційний період 2021 року був не зовсім сприятливим для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Зима 2022 року була надзвичайно тепла, але з різкими контрастними температурами. Незважаючи на загальний високий фон температур, ні середньодекадні температури, ні максимуми не досягли абсолютних значень за 50 років. Опадів було значно менше норми: 25-45 мм у січні та 15-25 мм у лютому, що становило 35-60% від норми. Середньомісячна температура повітря у січні становила 2,5-3,5°C морозу, що на 3-3,5°C вище норми, та у лютому - 1,5-2,5°C морозу, що на 4°C вище норми. Мінімальна температура зимою була до 22°C морозу, а максимальна – до 11-12°C тепла (у третій декаді лютого). До несприятливих кліматичних факторів можна віднести утворення льодової кірки, (товщиною до 1-2 см), але вона не мала негативного впливу, оскільки була переважно у міжряддях.

Березень 2022 року видався надзвичайно аномальним як по температурному режиму, так і по надзвичайно великій кількості опадів. Середньомісячна температура повітря становила 0,5-1,5°C тепла, що на 1,5-2°C вище норми. Сталий перехід середньодобової температури повітря через 0°C відбувся 27 лютого, на дві декади раніше звичайного. Максимальна температура становила 16-18°C, а мінімальна 7-11°C морозу. Сума опадів – 63-75 мм.

Квітень був теплішим звичайного, але з значними коливаннями середньодобових температур. Опадів випало більше норми. Проведення польових робіт весною 2022 року по обробітку ґрунту та посіву сільськогосподарських культур було ускладнено через значну ущільненість ґрунту дощами осіннього та зимового періоду, а в другій половині квітня – через швидке висушування поверхневих шарів з утворенням щільної ґрунтової кірки.

Температурний режим травня, як і попередніх місяців, був аномальними. Середньомісячна температура становила 15-16°C, що близько норми. Але середньодобові температури першої декади були дуже високі. Через 15°C середньодобові температури повітря стало перейшли 26 травня, на 7-10 днів пізніше звичайного. Максимальна температура травня була 25-28°C, а мінімальна 3-5°C. Загальна сума опадів за місяць становила 20-25 мм (30-40% норми). Весняні кліматичні умови, що склалися цього року, сприяли активному розвитку шкідників сільськогосподарських культур та інтенсивному поширенню хвороб.

Червень був дуже аномальним за температурним режимом, надзвичайно спекотним в перші дві декади. Недобір опадів був ще більшим, ніж у травні. Середньомісячна температура склала 21-22°C (на 2-3°C вище норми), максимальна температура повітря – 35-37°C. Загальна сума опадів становила 5-15 мм (10-20% норми). Несприятливість, засушливість кліматичних умов червня особливо відбилася на ярих культурах, що були посіяні в пізні строки, а також на пізніх теплолюбних культурах. Запаси продуктивної вологи на середину червня знизились до критичних для розвитку сільськогосподарських культур, до рівня запасів вологи найзасушливих років (1975, 1979).

Липень 2022 року характеризувався дуже нестійкою прохолодною погодою в першій половині та надзвичайно спекотною погодою в другій його половині. В першій половині періоду відмічались часті зливові дощі, грози, подекуди град, шквалисті підсилення вітру. В решту періоду ці явища

відмічались епізодично, але подекуди мали таку інтенсивність, що спричинили збитки народному господарству та сільськогосподарському виробництву. Середня температура повітря становила 20,5-22,0°C, загальна сума опадів 110-150 мм, що на 170-190% вище норми.

Серпень 2022 року характеризувався надзвичайною контрастністю по температурному режиму. В більшості днів періоду відмічались лише епізодичні дощі, а основна їх кількість випала в кінці місяця, з добовим максимумом подекуди до 1-2 декадних норм. Часом відмічались шквалисті підсилення вітру. Сталий перехід середньодобової температури повітря через 20°C відбувся 7-10 серпня. Тривалість періоду з середньодобовими температурами вище 20°C була 66-68 днів, тобто на 15-45 днів довше звичайного.

Осінь 2022 року відзначилася температурними стрибками, хоча загалом була на 1°C теплішою за норму. Стійке похолодання нижче +15°C прийшло вже наприкінці серпня — на 10–15 днів раніше, ніж зазвичай. Хоча екстремальних температурних рекордів не зафіксували, розподіл вологи був вкрай нерівномірним.

Опади у вересні випадали епізодично, а от у жовтні їх сума склала 60-80 мм, що становило 2,0-2,5 норми. З середини листопада температурний фон різко спав. З середини місяця встановився значний сніговий покрив, який на його кінець був найвищим за останні 150 років.

Мінімальна температура на поверхні ґрунту у третій декаді січня 2023 року складала 20,6°C, але сформований раніше сніговий покрив та достатня кількість опадів (45,5 мм) при нормі у 45 мм, у вигляді снігу, дозволила рослинам культури практично без аномалій увійти у фазу весняної вегетації березня місяця 2023 року. Опади у березні були в цілому на рівні багаторічної норми (34 і 44,1 мм відповідно) в основному у вигляді мокрого снігу та дощу.

Квітень і травень відзначилися тривалою посухою, хоча земля прогрілася до +8–10°C на тиждень раніше за звичні терміни. Ситуацію

врятував потужний «агрономічний» дощ наприкінці травня, який вирівняв місячну норму опадів. Проте вже у червні знову повернулася засуха: за місяць випало лише 29 мм вологи (вдвічі менше норми), а денна спека сягала +33°C.

За вологозабезпеченістю липень (98,7 мм) перевищував багаторічний показник (94,0 мм) на 4,7 мм. Значно погіршилась ситуація в серпні та вересні. За цей період випало 17,3 та 27,7 мм опадів, тоді як середньомісячний багаторічний показник становив 80,0 і 55,0 мм.

Опади у вересні випадали епізодично, а от у жовтні їх сума склала 50-70 мм, що становило 1,5-2,0 норми. З середини листопада температурний фон різко спав. Сталий перехід середньодобової температури повітря через 5° відбувся 8 листопада. В цілому умови 2023 року характеризувалися частковою нестачею вологи у ґрунті; завдяки тому, що частина періоду максимального водоспоживання (65%) співпадала тут з досить посушливою погодою.

Весна 2024 року почалася сприятливо: у березні випало майже вдвічі більше опадів (59,5 мм), ніж зазвичай. Однак у квітні тенденція змінилася на негативну — випало лише 10,1 мм дощу при нормі 38 мм. Ґрунт на глибині 10 см стабільно прогрівся до +8–9°C вже 3 квітня, а за чотири дні температура перевищила за позначку +10°C. Попри два потужні дощі у другій декаді травня, які дещо перевищили багаторічну норму для цього відрізка, загальна ситуація з вологою в травні залишалася критичною. Спека на поверхні землі сягала +35,2°C, що при середній вологості повітря 66% посилювало випаровування. У підсумку за місяць випало лише 21,7 мм опадів, що спричинило помітний дефіцит води в орному шарі.

У червні 2024 року у фазі молочної та відповідно молочно-воскової стиглості, при нормі опадів у 59 мм, випало лише 24,2 мм останніх, але, враховуючи, що у квітні і травні поточного року, їх виявилось достатньо, у порівнянні з середньо-багаторічними спостереженнями, на підсумкову врожайність пшениці озимої це вже фактично не вплинуло. Збирання врожаю

провели 8 липня, а перед цим пройшли досить суттєві зливи (4 липня), що на 5 діб відтермінувало дану сільськогосподарську операцію.

Слід зазначити, що в цілому врожайність сільськогосподарських культур визначалась у 2024 році переважно вологозабезпеченістю і забур'яненістю посівів, а також економічним порогом шкодочинності бур'янів і відносною вологістю повітря.

2.2 Об'єкт дослідження

Об'єктом даного дослідження стали супутньо-пластова вода (СПВ) та пробіотичні препарати.

Супутньо-пластова вода є побічним ресурсом нафтовидобутку, що поєднує в собі складні органічні та неорганічні компоненти. Її мінеральна частина налічує близько 60 елементів, серед яких домінують натрій, хлор, магній та кальцій, а загальна концентрація солей сягає 140–180 г/дм³. Показник кислотності при цьому варіюється від слабокислого до нейтрального. Органічний склад представлений нафтовими вуглеводнями та ароматичними сполуками. Важливою особливістю цієї води є наявність природних стимуляторів, зокрема зеатину, що активує розгалуження коренів, та абсцизової кислоти [229].

Вибір об'єкта дослідження зумовлений гострою потребою в утилізації пластової води, що утворюється при видобутку нафти, та відновленні земель після її аварійних викидів. Неконтрольовані розливи таких вод спричиняють засолення ґрунтів, руйнують їхню структуру та нищать біологічне різноманіття. Проте, якщо розцінювати цей побічний продукт не як забруднювач, а як ресурс, то у суворо визначених дозах він стає джерелом рідкісних макро- та мікроелементів, необхідних для живлення рослин і збагачення ґрунтового складу [229].

У геологічному відношенні район видобутку супутньо-пластової води (СПВ) відноситься до Дніпровсько-Донецького грабену, розташованому в осьовій частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Полтавський

нафтогазодобувний район включає 7 родовищ, що розташовані на території Полтавської, Дніпропетровської і Сумської області: Глинсько-Розбишівське, Решетняківське, Лиманське, Малосорочинське, Радченківське, Суходолівське та Сагайдацьке. У водах даних нафтових родовищ вміст органічних речовин складає 0,5 г/л, іноді сягає 3-3 г/л і, в окремих випадках, навіть 10 г/л [229]. Узагальнений хімічний склад супутньо-пластової води Полтавщини наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Узагальнений хімічний склад супутньо-пластової води Полтавщини*

Макроелементи

Компоненти	г	мг-екв.	екв.- процент
Натрій + Кальцій	58,0164	2523,55	78,80
Калій	9,8000	489,02	15,27
Магній	2,3104	190,00	5,93
СУМА	70,1268	3202,57	100,00
Хлор	113,4720	3200,00	99,92
Сульфат	0,0946	1,97	0,06
Карбонат	-	-	-
Гідрокарбонат	0,0366	0,60	0,02
СУМА	113,6032	3202,57	100,00
Загальна сума	183,7300		

Мікроелементи - мг/л

Літій	3,9	Кобальт	0,0006	Миш'як	0,005	Кадмій	0,00015
Стронцій	307,6	Цинк	0,026	Ртуть	0,000046	Срібло	0,0003
Барій	18,2	Берилій	0,0025	Селен	-	Амоній	2,0
Хром	0,0005	Йод	13,32	Ванадій	0,0014	Бром	579,2
Нікель	0,0006	Фтор	-	Мідь	0,014	Свинець	0,002

* відповідно даних досліджень Писаренка П.В. [229]

Загалом СПВ Полтавщини має сумарну мінералізацію і компонентний склад, який є характерним для нафтових вод. Кількість і склад органічних речовин супутньо-пластової води приведено у табл. 2.4.

Серед іонів і солей у підземних водах встановлено більш ніж половини відомих хімічних елементів. Але широке розповсюдження серед них мають не всі. Основні іони – хлор-іон, сульфат-іон, гідрокарбонат-іон, іони натрію, кальцію, магнію. В менших кількостях містяться карбонат-іони, іони калію,

заліза та деякі інші. В відносно невеликих і дуже малих кількостях містяться іони бромю, йоду, стронцію, літію та інших мікроелементів.

Таблиця 2.4.

Узагальнена кількість і склад органічних речовин супутньо-пластової води*

№	Компоненти	% мас. від орг. частини	мг/л у воді	% мас. від води
1	Бензинові фракції	5,0	0,37	0,002
2	Парафіни C10- C12	28,5	2,13	0,010
3	Циклопарафін	19,0	1,42	0,0071
4	Моноароматичні	8,8	0,66	0,0033
5	Диароматичні	3,7	0,278	0,0013
6	Три -, тетраароматичні	18,0	1,35	0,0067
7	Смоли	0,6	0,18	0,0009
8	Сполуки які містять сірку та неорганічні сполуки	11,3	0,84	0,0042
9	Втрачено при хроматографічному аналізі	5,2		
	ВСЬОГО	100 %	7,5 мг/л	0,00007

* відповідно даних досліджень Писаренком П.В. [229]

У даній роботі використано супутньо-пластову воду із Глинсько-Розбишівського родовища, якісний і кількісний склад якої досліджено в лабораторії ПДАУ (додаток В) (табл. 2.5). Досліджувана СПВ містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом. Відповідно даних [261] СПВ відноситься до IV класу небезпеки - мало небезпечні сполуки.

Таблиця 2.5

Хімічний склад СПВ із Глинсько-Розбишівського родовища*

Показник	Одиниці вимірювання	Методика вимірювання	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Усереднені дані
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Макросклад супутньо-пластових вод, макрокомпоненти, г/дм³						
Температура	°С	МВВ 081/12-0311-06	+16	+14	+16	+15
pH	-	ДСТУ 4077-2001	8,9	8,8	8,9	8,8
Na+K	г/дм ³	ДСТУ ISO 9964-3:2015	50,1	50,2	47,7	49,3
Ca²⁺	г/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	10,2	11,1	11,5	10,9
Mg²⁺	г/дм ³		0,9	1,1	1,0	1,0
Cl⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9297:2007	97,5	94,7	102,5	98,2
SO₄²⁻	г/дм ³	ГОСТ 4389-72	7,5	6,7	7,2	7,1
HCO₃⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9963-1:2007	0,89	0,90	1,10	0,96

1	2	3	4	5	6	7
Мікросклад супутньо-пластових вод, мг/дм³						
Літій	мг/дм ³	ПНД.Ф 14.1:2.253-09	3,9	3,9	3,9	3,9
Стронцій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	58,5	45,1	38,1	47,2
Хром	мг/дм ³	ДСТУ ISO 18412:2017	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Кобальт	мг/дм ³	МУ 31-14/06	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Цинк	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,027	0,025	0,028	0,026
Нікель	мг/дм ³	ДСТУ 7150:2010	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Свинець	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,001	0,001	0,001	0,001
Ртуть	мг/дм ³	ДСТУ EN 1483:2013	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Мідь	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72	0,014	0,018	0,015	0,015
Кадмій	мг/дм ³	ДСТУ ISO 15586:2012	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Бром	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	578,2	581,3	581,9	580,4
Йод	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	12,11	12,75	11,75	12,20
Магній	мг/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	124,5	120,8	122,5	122,60
Миш'як	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89	0,003	0,004	0,004	0,004
Бор	мг/дм ³	ГОСТ 31949-2012	2,09	2,05	2,05	2,04
Органічна речовина, %						
Вміст нафто-вуглеводнів	%	ДСТУ ISO 9377-2:2015 ПНД Ф 14.1:2:4.5-95	3-5			

Пробіотичні препарати – це безпечні для людини мікроби, що виробляють антибактеріальні сполуки та активно конкурують із патогенами за поживний субстрат. При попаданні в живильне середовище пробіотики швидко поглинають субстрат (органічна речовина), не залишаючи патогенним мікроорганізмам можливості для розвитку. Дані мікроорганізми є антагоністами патогенних бактерій і вірусів, наприклад сальмонели, стафілококів, стрептококів, дріжджових грибків. Важливою властивістю даних мікроорганізмів є здатність продукувати антибіотики.

У даному дослідженні використано пробіотичні препарати *Sviteko* (*Sviteco PBP* (склад - комплекс пробіотичних культур *Bacillus subtilis* 10x10^{*9} КУО). Виробник ТОВ «НВП Еко-Країна», с. Терешки, Полтавська обл., Україна), основними мікроорганізмами яких є *Bacillus subtilis*.

Bacillus subtilis («сінна паличка») – це грампозитивна, спороутворювальна факультативна аеробна ґрунтова бактерія розмірами 3-5x0,6 мікрон. Ендоспори овальні, не перевищують розміру клітини, розташовані центрально. Кожна клітина має кілька джгутиків (перитрих),

рухома. Колонії сухі, дробнозморшкуваті, оксамитові, безбарвні або рожеві. Край колонії хвилястий. Росте на МПА, МПБ, а також на середовищах, що містять рослинні залишки, на простих синтетичних живильних середовищах для гетеротрофів. Ця бактерія -хемоорганогетеротроф, амоніфікує білки, розщеплює крохмаль, глікоген. Доведено, що штами *B. subtilis* зовсім не шкідливі для людини та тварин [262].

Здатність різних штамів *B. subtilis* синтезувати біофунгіциди, ферменти, антибіотикоподібні речовини, полісахариди тощо відкрила для людства можливість їх широкого застосування [263]. Так, встановлена антагоністична активність аборигенних штамів *B. subtilis* до ґрунтових мікроміцетів-фітопатогенів, тому можна їх використовувати з метою підвищення родючості ґрунтів [264]. Бактерії роду *B. subtilis* також є перспективною групою мікроорганізмів для створення високоефективних пробіотиків. Вони здатні затримувати ріст сторонньої для шлунковокишкового тракту мікрофлори [265]. Розробка мікробіологічних методів очистки із застосуванням *B. subtilis* дозволить не тільки очищати воду, ґрунт від мікроміцетів, але й насичувати дані середовища цією корисною пробіотичною культурою.

Особливостями *B. subtilis* є її поширеність у природі та нешкідливість для людини. Мікроорганізми мають високу активність, вони стійкі до дії літичних та травних ферментів. Крім того, бактерії відрізняються технологічністю у виготовленні, що дозволяє застосовувати їх при виробництві різноманітних препаратів. *B. subtilis* здатна витримувати високі та низькі температури, що характеризується стабільністю при зберіганні. Наданий час *B. subtilis* широко застосовуються при лікуванні людей та тварин, очищенні стічних вод тощо [266; 267]. Використання *B. subtilis* для очистки ґрунтів є новітнім та малодослідженим напрямком.

2.3 Агробіологічні особливості вирощування кукурудзи (*Zea mays*)

Кукурудза (*Zea mays*) в умовах лісостепу України є основною кормовою культурою. Кукурудзяне зерно - високоенергетичний корм, придатний для всіх видів тварин і птиці. Ранньостиглі сорти та гібриди кукурудзи забезпечують отримання не тільки зернофуражу, а й силосу високої якості.

Кукурудза являє собою однолітню рослину, злакову, від інших зернових культур злакових відрізняється тим, що має потужніший розвиток стебел, листів, коріння (загалом вегетативних органів). Коріння у кукурудзи розвиваються від підземних вузлів (стебел) і у великій кількості йдуть горизонтально (до 1 метра). В кукурудзи головного стрижневого кореня немає. Корені ростуть у верхніх шарах ґрунту на початковій фазі розвитку рослини (коли нижні шари ще недостатньо прогрілися), згодом, відповідно, проникають у ґрунт на глибину до 1 ... 2 м. Але потужна коренева система, в основному, розташована у верхньому шарі ґрунту. У кукурудзи стебло має товщину від 2 см (потужне) і висоту 0,5 ... 5 м, залежно від сорту та природніх умов. Облиствленість у кукурудзи різна (5 - 28 листків на 1 рослину). Також стебло має вузли- потовщення (у підземній частині від 4 до 9, а в надземній від 5 до 28) [268].

Листки кукурудзи вирізняються значною довжиною та шириною, маючи характерне опущення з верхнього боку. У пізньостиглих гібридів загальна площа листової поверхні однієї рослини може сягати 1 м², тоді як ранні форми економніше витрачають вологу. Оскільки це однодомна роздільностатева культура, на одному стеблі формується по 3–4 слабкокonusоподібні качани. Кожен із них містить від 8 до 30 рядів, що сумарно дає від 400 до 800 зернин [269].

Зерно кукурудзи проростає при 8-10 градусах Цельсія. Найкращі умови для того, щоб насіння проросло у Полтавській області – 4-5 см на 10-12 градусів Цельсія [270]. За даними Інституту зернового господарства УАН для кукурудзи найбільш оптимальний тепловий режим – це коли температура

повітря (середня за добу) наступна в такі періоди:

- сівба–сходи - 13-16 °С ;
- сходи–викидання волоті – 20-22 °С ;
- викидання волоті–формування зерна - 24 °С ;
- налив–повна стиглість зерна - знаходяться відповідно в межах 20-22 °С [268].

Інтенсивність початкового росту кукурудзи прямо залежить від теплового режиму: що вища температура, то активніше проростає насіння. За сприятливих обставин та прогрівання землі до +15 °С перші паростки пробиваються на поверхню вже за 8–12 діб після висіву. Таким чином, саме температурні показники на глибині загортання зерна визначають швидкість появи сходів [269].

Приріст вегетативної маси кукурудзи починається при температурах вище +10 - +12 °С. Восени процеси накопичення сухої маси (СМ) закінчуються при температурах нижче +12 °С. Важливими критеріями для оцінки придатності місцевості для вирощування [269] є середньодобові температури за період з травня по вересень або сума ефективних температур (при цьому враховуються тільки дні з середньодобовою температурою вище +10 °С) за цей період або до досягнення певної фази стиглості. Чим більше ранньостиглий гібрид, тим менше необхідна для нього сума тепла [271].

Кукурудза гостро реагує на весняні холоди та нічні приморозки. У весняний період заморозки до -2 та -3 °С можуть повністю знищити надземну вегетативну масу рослин. Саме тому для кожного гібрида розраховують індивідуальний поріг накопиченого тепла (суму температур понад +10 °С). Такий підхід, разом із оцінкою клімату конкретного регіону, дозволяє науково обґрунтувати вибір груп стиглості, які найкраще підходять для вирощування в певних природних зонах [272].

Але заморозки навесні не шкодять кукурудзі, якщо не пошкоджується точка росту. Водночас осінні морози понад -4 °С спричиняють загибель посівів і погіршують якість зерна. Теплолюбність культури диктує суворі

терміни сівби та жнив. Вибір землі також залежить від клімату: у посушливих умовах краще обирати суглинки через їхню здатність утримувати вологу. Найвищу продуктивність рослини демонструють на нейтральних або слабокислих ґрунтах (рН 5,6–7,2). Якщо кислотність зростає, врожай стрімко падає, а при рН нижче 5,0 втрати можуть сягнути третини. Ідеальним середовищем для вирощування традиційно залишаються чорноземи [273].

Треба зазначити, що незадовільні агрокліматичні умови (висока температура, низька вологість повітря і сухість ґрунту) можуть завдати значної шкоди урожаю даної культури під час цвітіння. Це пояснюється тим, що при температурі вище 32 градусів Цельсія (але при дуже сухому повітрі) пилок досить швидко висихає та втрачає здатність до запліднення. Тому у результаті з'являється череззерниця. Але якщо вчасно вжити агротехнічних заходів у фазі цвітіння (зокрема по заощадженню вологи в ґрунті, а також провести штучне запилення зранку) негативний вплив посухи буде ослаблено значною мірою.

Щодо агрокліматичних умов, треба відмітити, що рослини кукурудзи дуже чутливі на вміст вологи в ґрунті, а на початку наливу зерна це особливо важливо. Кукурудза найбільше споживає вологи - напротязі 10 днів до викидання волоті; а також 20 днів після її викидання. На один кілограм сухої речовини рослині кукурудзи випотрібно триста кілограм води. Але на ґрунтах, що ж є значно перезволоженими, кукурудза також розвивається погано [273]. Загалом кукурудза порівняно з іншими зерновими вважається культурою посухостійкою (транспіраційний коефіцієнт складає 280-350 [269]). Але дана висока продуктивність кукурудзи при формуванні врожаю супроводжується високим споживанням води.

Також на відміну від інших зернових культур кукурудзі необхідно вносити посилене мінеральне підживлення (причому до дозрівання [274]). Кукурудза також слабкіше від інших зернових реагує на попередники.

На відміну від решти злаків, кукурудза потребує інтенсивного

мінерального живлення аж до моменту дозрівання. Водночас вона менш вибаглива до чергування культур у сівозміні. Згідно з класифікацією Дитера Шпаара, в Україні гібриди поділяють на п'ять груп за показником ФАО: від ранньостиглих (до 199) до пізніх (понад 500). Сортовипробування свідчать, що ранні форми стабільно дають 8,5–9,5 т/га, тоді як середньостиглі здатні перетнути межу в 10 т/га. Проте висока врожайність пізніших груп супроводжується значною вологістю зерна при зборі, що у 1,5–2 рази підвищує витрати на його подальше сушіння та зберігання [275].

У даній роботі для досліджень в умовах Полтавської області використовувався гібрид *Колективний 244 МВ (середньоранній)*, який одержаний від схрещування простого лінійного гібриду Піонер 3978 М - материнська форма із відповідним сортом Шиндельмайзер МВ - батьківська форма. Даний гібрид кукурудзи відноситься до типу середньоранніх гібридів за вегетаційним періодом - група стиглості ФАО 250. Засухстійкість та холодостійкість даного гібриду високі. Також гібрид Колективний 244 МВ середньостійкий до фузаріозу початків, а також - кукурудзяного метелика [269]. Рослина кукурудзи даного гібриду високоросла і досягає 220 ...240 см. Коефіцієнт куціння даного гібриду 1,4-1,6. Стебло кукурудзи стійке до ламкості, вихід зерна біля 8 відсотків. На кожній рослині кукурудзи розвивається відповідно біля 1–1,5 початка.

Потрібно відзначити, що гібрид Колективний 244 МВ також відрізняється досить вигідним насінництвом. Це пояснюється тим, що його материнська форма – простий гібрид Піонер 3978 М високоврожайний, а також добре пристосований до збирання механізованого [279].

Через тривалу вегетацію та значну біомасу кукурудза висуває високі вимоги до наявності доступних мінералів у землі. Поглинання поживних елементів відбувається стрибкоподібно: споживання азоту та калію завершується раніше, тоді як фосфор необхідний рослині майже до повного дозрівання. Згідно з дослідженнями В. С. Цикова, на етапі молочно-воскової стиглості запаси азоту й калію вже вичерпані, а фосфору засвоєно лише 82%

від норми. Дефіцит бодай одного компонента гальмує розвиток культури — від нарощування листя до фінального наливу зерна [280].

Встановлено, що дефіцит азоту є критичним чинником, який найбільше гальмує ріст і підриває врожайність. Брак фосфору, своєю чергою, заважає нормальному формуванню коренів, погіршує розвиток органів розмноження та помітно відтерміновує момент дозрівання культури [269; 281-282].

Прикореневий шар ґрунту на посівах кукурудзи щільно заселений мікроорганізмами. Виділення кукурудзи сприяють розвиткові у прикореневому шарі ґрунту так званої ризосферної мікрофлори, яка відіграє велику роль у житті рослин. Мікроорганізми ризосфери перетворюють складні, недоступні рослинам мінеральні і органічні сполуки у легкозасвоювані, виділяють в навколишнє середовище різні ростові речовини, вітаміни. Також дослідження показали, що поряд з іншими мікроорганізмами розвиваються і бактерії, здатні засвоювати азот повітря [283]. У підвищенні продуктивності *Zea mays* та родючості ґрунтів поряд з органічними і мінеральними добривами важлива роль належить використанню бактеріальних препаратів. Суть їх дії полягає в направленому використанні корисних мікроорганізмів. Крім того, відносно низька вартість, висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього середовища зумовлюють їх широке застосування [284].

Оптимізація живлення рослин, підвищення ефективності внесення добрив у великій мірі пов'язані зі забезпеченням оптимального співвідношення макро- і мікроелементів. При вирощуванні рослин за інтенсивною технологією потреба у мікроелементах підвищується [285]. Для усіх сільськогосподарських рослин неоціненне значення мають підживлення рідкими комплексними добривами на основі мікроелементів. Рідкі комплексні добрива – розчини поживних солей, які мають у своєму складі два чи три дефіцитних елементів живлення, а також Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co [286-287].

Позакореневе підживлення під час вегетації є надзвичайно ефективним

методом. Швидкість поглинання поживних речовин через листя у 30–40 разів перевищує темпи їхнього засвоєння з ґрунту. Мікроелементи миттєво проникають у тканини та активують біохімічні обміни, що стимулює ріст урожаю та покращує характеристики зерна. Такий підхід максимізує віддачу від добрив і гарантує рослинам повноцінне живлення саме в критичний період закладання майбутнього врожаю [269; 288].

Загалом кукурудза серед групи зернових культур найбільше виносить поживні речовини з ґрунту і найкраще засвоює мікроелементи [289]. Позакореневі підживлення мікродобривами допомагають рослині використати максимально свій біологічний потенціал за рахунок швидкого засвоєння та включення в ростові процеси, що в свою чергу підвищує врожай та якість, і мінімізує витрати при вирощуванні.

2.3. Методика проведення досліджень

Методи визначення впливу пробіотичних препаратів та СПВ на мікробіоту ґрунту.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, досліди проводили у трьох повторях. Наважки переміщували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом Д. Звягінцева [290]. Десятикратні розведення вихідної ґрунтової суспензії використовували для висівання на селективні середовища.

Визначення еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів проводили шляхом висіву певних розведень ґрунтових суспензій на відповідні поживні середовища [284; 290]. 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 $MgNH_4 \cdot 6H_2O$ (посів на поверхні); денітрифікатори - на середовищі МПА з 0,1% аміачної селітри; кількість мікроскопічних грибів – на агаризованому середовищі Чапека з молочною кислотою, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА)(компанія-виробник середовищ TITAN BIOTECH LTD, Індія); кількість спорових форм мікроорганізмів – після пастеризації ($70^\circ - 30^\circ$) на МПА з вуглеводами, або на середовищі - сусло-агар (СА); кількість патогенних форм мікроорганізмів відповідно [291].

Після засіву поживних середовищ їх інкубували при температурі $28^\circ C$ упродовж 5–14 діб (залежно від швидкості росту мікроорганізмів певних груп) [292]. 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. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за коефіцієнтами мінералізації–імобілізації, оліготрофності, педотрофності [290; 296; 297]:

- індекс мінералізації–імобілізації (ІМІ) - це співвідношення амілолітичних мікроорганізмів, що використовують аміачний (мінеральний) азот до амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот (білкових речовин ґрунту). $ІМІ > 1$ свідчить про підвищення швидкості розкладання гумусу чи не сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів;

- індекс педотрофності (ІП) - це співвідношення педотрофних мікроорганізмів, що беруть участь у перетворенні водорозчинної фракції поживних речовин ґрунту, до амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот. $ІП > 1$ свідчить про відновлення гумусу і наближення до цілинних земель (>6);

- індекс оліготрофності (ІО) - це співвідношення оліготрофних мікроорганізмів, що завершають мінералізацію органічних сполук ґрунту, до

амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот. $\text{IO} > 1$ свідчить про несприятливі деградаційні процеси в ґрунті.

Активність уреазы визначали колориметрично з 3 % розчином сечовини і кількісним визначенням аміаку з реактивом Неслера в мг NH_3 на 1 г ґрунту за 24 год [294]; каталази – газометрично з 3% розчином перекису водню в $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв.; активність поліфенолоксидази та пероксидази визначали за методом А. Ш. Галстяна [295]. Статистичний аналіз виконували методом дисперсійного аналізу в комп'ютерних програмах Excel та Statistica – 6.0 [293].

Визначення фізико-механічних та хімічних властивостей ґрунту проводили наступними методами:

Фізико-механічні властивості ґрунту (структура, вміст водотривких агрегатів) досліджували за методом Штатнова, Савинова [298]. Загальний вміст гумусу визначали за методом Тюріна [299]. Відбір ґрунтових проб виконували відповідно до ДСТУ 4287:2004 [300], підготовку до аналізу – згідно з вимогами ДСТУ ISO 11464-2007 [301]. Лабораторний аналіз проб ґрунту та води здійснювали на базі акредитованої лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ.

Хімічні властивості ґрунту визначали наступними методами: фактична кислотність ґрунту шляхом вимірювання концентрації H^+ у розчині метод потенціометрії з використанням іоноселективних електродів на потенціометрі рН-150 М (ISO 10390:2021 [302]); вміст обмінного натрію, макро- і мікроелементів: калію, кальцію, магнію у водній витяжці за допомогою полум'яного фотометра з довжиною хвилі 589 і 569,9 нм (ISO 11047:1998 [303]); гідрокарбонати, карбонати - ISO 10693:1995 [304], сульфати - ISO 11048:1995 [305], рухома сірка відповідно ДСТУ 8347:2015 [306], визначення нітратів у ґрунті - ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005 [307], хлориди відповідно до ДСТУ 7908:2015 [308]. Нафтопродукти були визначено ваговим методом ISO 11504:2017 [309]. Визначення важких металів у ґрунті проводили відповідно: свинець - ДСТУ 7832:2015 [310],

кадмій - ДСТУ 4770.3:2007 [311], мідь - ДСТУ 4770.6:2007 [312], цинк - ДСТУ 4770.2:2007 [313], ртуть - ДСТУ ISO 16772:2005 [314].

Визначення у гної калію проводили по ДСТУ ISO 5310-2003 [315], фосфору СТУ EN 15959:2015 [316], азоту аміачного ДСТУ ISO 4176-2003 [317], загального азоту за ДСТУ ISO 5315:2003 [318], органічної речовини за ГОСТ 27980-88 [319], вологи за ДСТУ EN 12048:2005 [320].

Методи визначення забур'яненості та якості урожаю.

Облік бур'янів проводився кількісно-вагомим методом, який полягає в накладанні облікових площадок (1,0 м²) в 10 місцях по діагоналі кожної ділянки досліду [321]. Облік наземного забур'янення просапних культур вівся перед міжрядними обробітками і збиранням врожаю, а культур суцільного посіву - в строки рекомендовані для проведення обробки гербіцидами і перед збиранням врожаю. Під час обліку наземного засмічення всі бур'яни підраховувались, виривались, висушувались до повітряно-сухого стану і зважувались.

Облік врожаю кукурудзи - суцільним методом на варіанті досліду в фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового досліду [322]. Для визначення схожості насіння бур'янів відбиралася 1 кг гною. Далі вимивалося все насіння бур'янів та методом пророщування (14 днів) визначалася їх схожість.

Підготовку гною контрольного зразка здійснювали за методикою ВНТП-АПК-09.06 [323] протягом 6 місяців. Підготовку гною запропонованої технології здійснювали протягом 3 місяців (з урахуванням попередніх досліджень [324]), з урахуванням технології ВНТП-АПК-09.06. Визначення патогенних мікроорганізмів здійснювали з урахуванням наказу [325].

Математичні статистичні методи.

Математичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Обчислення статистичних показників і кореляційного зв'язку між досліджуваними параметрами проводили за загальноприйнятими методами з використанням комп'ютерної

програми MS Excel. Достовірність розрахованих параметрів визначали за допомогою *t*-критерію Стьюдента на рівні значимості 0,05.

Розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності застосування СПВ та пробіотиків проводився за методичними вказівками [326; 327].

В роки досліджень повторність в дослідах була трьох-чотирикратною, а розміщення ділянок рендомізоване. На початкових етапах наших досліджень площа ділянок складала 100-150 м². При установленні розміру ділянки враховували особливості агротехніки рослин ширину міжряддя, густоту стояння і інше. Для кукурудзи достатньо 60 рослин на ділянці. Для досить точного досліду площа облікової ділянки повинна бути 500 -100 м².

Виробнича перевірка результатів досліджень здійснювалась шляхом закладання польових дослідів, про що свідчать акти виробничого впровадження.

При проведенні досліджень дотримувався методичний підхід - суворе отримання принципу єдиного розрізнення, а також відповідність умов проведення дослідів типових виробничих умовам, що забезпечувало одержання достовірних результатів.

Висновки до розділу 2

1. Під час видобутку нафти та газу на поверхню в великих кількостях поступає супутньо-пластова вода, яка є супутнім продуктом, що з однієї сторони у великих обсягах приводить до забруднення довкілля, але у певних контрольованих дозах є джерелом цінних макро- і мікроелементів для ґрунту та рослин. Розпочатий нами науковий напрямок по комплексному використанню супутньо-пластової води та пробіотиків в сільськогосподарському виробництві, зокрема землеробстві, є інноваційним та мало дослідженим. Тому об'єктом дослідження стали пробіотичні препарати та СПВ.

2. Наукові методики, що застосовувані у досліді відповідають основним принципам методик дослідної справи в агрономії, лабораторні та

польові досліді закладено і проведено відповідно затверджених науковопрактичних й методичних рекомендації та наукових методик, методик виконання вимірювань (ДСТУ; ГОСТ; МВВ).

Основні результати проведеного дослідження опубліковані в працях [351; 368; 369].

РОЗДІЛ 3

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ГРУНТОВІ МІКРООРГАНІЗМИ

3.1 Вплив пробіотичних препаратів на мікробіологічну активність ґрунту

Формування родючого шару залежить від сукупності природних і техногенних чинників, проте ключовим рушієм тут є метаболізм мікрофлори. Саме мікробіологічні процеси визначають, як розкладатимуться органічні залишки та відбуватиметься накопичення гумусових сполук у ґрунті [26, 160].

Застосування хімікатів на полях суттєво коригує чисельність та активність мікрофлори, що безпосередньо впливає на біологічне життя ґрунту. Оскільки стан мікробіоти це дає підставу вважати, що зміни у мікробному комплексі ґрунту будуть визначати певну спрямованість гуміфікаційних процесів. У зв'язку з цим за сучасних умов енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували б формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини в ґрунті, дасть змогу діагностувати спрямованість еволюції його родючості для обґрунтування природоохоронної, ресурсозберігаючої системи використання нових видів добрив та захисту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [328; 329].

Враховуючи це, на першому етапі даного дослідження основним завданням було вивчити специфіку формування і функціонування мікробного ценозу та встановити залежності між мікробіологічною та ферментативною активністю чорнозему опідзоленого за умов застосування пробіотичних препаратів різної концентрації.

Експеримент передбачав дослідження пробіотичного препарату *Sviteco PBP* різної концентрації (розбавлення 1:10, 1:100, 1:1000) та їх вплив на

чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту агроценозу. Також проведено дослідження щодо різної дози внесення пробіотику у ґрунт: 50 л/га, 100 л/га; 150 л/га.

Для цього відбирали зразки ґрунту у ПСП «НИВА» (Полтавська обл., Миргородський р-н, село Баранівка) у весінній та літній період. Зразки ґрунту відбиралися розміром 30*30*30 см та закладалися у чотирьохкратній повторюваності. Закладалися наступні експериментальні ділянки, які враховували два фактори - концентрацію та дозу пробіотику:

1 - контроль;

2a - полив пробіотиком у розведенні 1:10 з розрахунку 50 л/га;

2b - полив пробіотиком у розведенні 1:10 з розрахунку 100 л/га;

2c - полив пробіотиком у розведенні 1:10 з розрахунку 150 л/га;

3a - полив пробіотиком у розведенні 1:100 з розрахунку 50 л/га;

3b - полив пробіотиком у розведенні 1:100 з розрахунку 100 л/га;

3c - полив пробіотиком у розведенні 1:100 з розрахунку 150 л/га;

4a - полив пробіотиком у розведенні 1:1000 з розрахунку 50 л/га;

4b - полив пробіотиком у розведенні 1:1000 з розрахунку 100 л/га;

4c - полив пробіотиком у розведенні 1:1000 з розрахунку 150 л/га.

Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту проводилася на 15 день після закладання експерименту, яка показала, що внесення пробіотичних препаратів сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу [234, 330].

Аналіз отриманих результатів протягом 2022-2024 рр. (табл. 3.1) показав, що при використанні пробіотиків складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів. Визначено, що найкращою дозою у всіх варіантах розбавлення пробіотику є 100 л/га. При даній дозі найкраще стимулюється ріст і розвиток целюлозоруйнівних мікроорганізмів (з 117 шт. колоній на контролі до 245 шт. колоній у весняний

період, з 105 шт. колоній на контролі до 300 шт. колоній у весняний період при варіанті розведення пробіотику 1:10), які приймають участь у розкладанні поживних решток.

Таблиця 3.1

Вплив внесення препарату *Sviteco PBP* на мікробний ценоз ґрунту
(усереднені дані 2022-2024 рр.)

Варіант		Кількість мікробних колоній, шт.			
		целюлозо- руйнуючі	автох- тонні	олігонітро- фільні	усього мікробних тіл
<i>Весняний відбір</i>					
1	Контроль	117	75	-	188
2	<i>Sviteco PBP:</i>				
2a	розведення 1:10	127	94	-	230
2b		245	194	24	470
2c		175	107	10	300
3a	розведення 1:100	110	79	-	190
3b		150	101	8	260
3c		131	90	2	225
4a	розведення 1:1000	119	69	-	188
4b		121	84	-	205
4c		116	80	-	198
<i>Осіньний відбір</i>					
1	Контроль	105	64	-	170
2	<i>Sviteco PBP:</i>				
2a	розведення 1:10	152	89	5	248
2b		300	155	40	500
2c		210	107	15	340
3a	розведення 1:100	115	72	2	190
3b		162	81	8	250
3c		121	75	5	202
4a	розведення 1:1000	107	65	-	172
4b		115	71	-	187
4c		110	70	-	180

Відмічено значне підвищення життєдіяльності і олігонітрофільних мікроорганізмів, які використовують низькі концентрації мономерів і завершають мінералізацію органічних решток (при розведенні пробіотику 1:10 до 24 шт. у весняний період, та 40 шт. у осінній період).

Питома вага мікроорганізмів в мікробному ценозі значна і становить у весняний період: у ґрунті на контролі - 188, розведення пробіотику 1:10 - 470, розведення пробіотику 1:100 - 260, розведення пробіотику 1:1000 - 205 шт. мікробних колоній. Відповідні значення у осінній період: у ґрунті на контролі - 170, розведення пробіотику 1:10 - 500, розведення пробіотику 1:100 - 250, розведення пробіотику 1:1000 - 187 шт. мікробних колоній. Слід зазначити, що для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів найкраще себе зарекомендував пробіотик *Sviteco PBP* у розведенні 1:10. При розведенні пробіотику 1:100 спостерігається позитивний вплив на мікробіоту ґрунту, але даний ефект на 50-55% нижче (відносно загальної мікробіоти ґрунту) у порівнянні з розведення даного препарату 1:10, хоча на 43-47% краще у порівнянні з контролем. При розведенні пробіотику 1:1000 спостерігається незначний позитивний вплив на життєдіяльність ґрунтових мікробних ценозів (на 8-13% краще у порівнянні з контролем).

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

Вплив тривалого застосування пробіотику (на 15 та 30 день після застосування) на динаміку чисельності різних груп ґрунтових мікроорганізмів у польових умовах представлені в таблицях 3.2 - 3.3. Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту на 15 та 30 день після закладання експерименту показала, що внесення пробіотичного препарату *Sviteco PBP* сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовило специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу. Проведені дослідження

з вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів показали, що в весінній період ґрунт був більш збагачений мікроорганізмами порівняно з осіннім, що пояснюється активним відновленням мікробіоти восени.

Таблиця 3.2

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (весняний відбір, середнє за 2022-2024 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу		Загальна кількість бактерій, млн	Педографні мікроорганізми (ПА), млн.	Олігографні мікроорганізми (ГА), млн	Амоніфікатори (МПА), млн	Амілітичні мікроорганізми (КАА), млн	Актиноміцети, млн	Мікроскопічні гриби, тис.
Концентрація пробіотику, розбавлення	Доза пробіотику, л/га							
15 день								
Контроль		4.5 ± 0.05	7.0 ± 0.13	10.0 ± 0.04	9.2 ± 0.40	9.4 ± 0.09	0.310 ± 0.011	22.5 ± 1.00
1:10 (10%)	50	5.0 ± 0.03	10.3 ± 0.32	9.5 ± 0.20	9.5 ± 0.15	9.1 ± 0.03	0.371 ± 0.014	24.8 ± 0.31
	100	6.0 ± 0.10	12.5 ± 0.15	9.5 ± 0.31	10.3 ± 0.12	9.0 ± 0.03	0.452 ± 0.020	35.2 ± 0.15
	150	5.5 ± 0.07	10.5 ± 0.28	9.4 ± 0.40	9.9 ± 0.22	9.0 ± 0.22	0.220 ± 0.011	27.1 ± 0.08
1:100 (1%)	50	4.8 ± 0.09	8.1 ± 0.33	9.5 ± 0.25	9.0 ± 0.20	9.1 ± 0.17	0.340 ± 0.015	23.5 ± 0.25
	100	5.5 ± 0.21	9.8 ± 0.22	9.2 ± 0.17	9.5 ± 0.40	8.5 ± 0.08	0.380 ± 0.01	28.4 ± 0.15
	150	4.1 ± 0.22	8.2 ± 0.20	9.4 ± 0.20	9.5 ± 0.27	9.6 ± 0.02	0.230 ± 0.01	23.6 ± 0.28
1:1000 (0,1%)	50	4.7 ± 0.15	8.1 ± 0.12	9.1 ± 0.11	8.5 ± 0.36	8.5 ± 0.10	0.158 ± 0.01	22.1 ± 0.36
	100	4.8 ± 0.17	8.4 ± 0.24	9.8 ± 0.39	10.1 ± 0.49	9.3 ± 0.20	0.230 ± 0.01	25.5 ± 0.45
	150	4.2 ± 0.08	7.7 ± 0.17	9.9 ± 0.45	9.7 ± 0.32	9.4 ± 0.11	0.118 ± 0.01	22.7 ± 0.13
30 день								
Контроль		5.9 ± 0.15	7.5 ± 0.24	14.9 ± 0.30	13.5 ± 0.24	14.2 ± 0.19	0.505 ± 0.022	38.4 ± 1.05
1:10 (10%)	50	6.1 ± 0.10	15.7 ± 0.19	13.7 ± 0.32	14.1 ± 0.42	13.8 ± 0.60	0.577 ± 0.021	40.1 ± 1.15
	100	7.4 ± 0.11	20.5 ± 0.45	12.5 ± 0.55	15.8 ± 0.28	14.5 ± 0.46	0.590 ± 0.025	50.2 ± 1.42
	150	6.5 ± 0.22	10.5 ± 0.25	13.2 ± 0.15	15.1 ± 0.33	14.0 ± 0.40	0.304 ± 0.010	45.9 ± 0.78
1:100 (1%)	50	5.5 ± 0.14	10.5 ± 0.32	14.0 ± 0.29	13.9 ± 0.21	14.1 ± 0.28	0.320 ± 0.012	23.5 ± 0.46
	100	5.8 ± 0.17	15.5 ± 0.54	13.5 ± 0.60	14.0 ± 0.40	13.9 ± 0.13	0.371 ± 0.014	28.4 ± 0.80
	150	5.3 ± 0.20	9.5 ± 0.40	14.4 ± 0.39	13.9 ± 0.39	14.2 ± 0.48	0.280 ± 0.013	23.6 ± 1.05
1:1000 (0,1%)	50	5.8 ± 0.15	9.1 ± 0.15	14.8 ± 0.42	13.6 ± 0.08	14.4 ± 0.06	0.127 ± 0.006	22.1 ± 0.98
	100	6.0 ± 0.10	10.0 ± 0.18	14.9 ± 0.18	14.2 ± 0.36	13.8 ± 0.12	0.129 ± 0.004	25.5 ± 0.40
	150	5.9 ± 0.08	7.4 ± 0.10	14.2 ± 0.42	12.9 ± 0.40	13.5 ± 0.48	0.118 ± 0.001	22.7 ± 0.78

Таблиця 3.3

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту (осінній відбір, середнє за 2022-2024 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу		Загальна кількість бактерій, млн	Педотрофні мікроорганізми (ПА), млн.	Оліготрофні мікроорганізми (ГА), млн	Амоніфікатори (МПА), млн	Амілолітичні мікроорганізми (КАА), млн	Актиноміцети, млн	Мікроскопічні гриби, тис.
Концентрація пробіотику, розбавлення	Доза пробіотику, л/га							
15 день								
Контроль		2.2±0.01	4.6±0.11	9.0±0.12	6.8±0.10	6.9±0.10	0.056±0.002	15.5±0.30
1:10 (10%)	50	2.5±0.04	5.5±0.15	9.1±0.15	7.9±0.25	6.3±0.25	0.060±0.002	17.7±0.37
	100	4.1±0.11	9.5±0.22	8.3±0.23	9.4±0.39	6.5±0.08	0.069±0.001	22.5±0.50
	150	3.5±0.14	7.1±0.30	8.9±0.36	7.7±0.40	7.0±0.36	0.048±0.002	16.9±0.78
1:100 (1%)	50	2.4±0.08	5.1±0.24	8.7±0.32	7.9±0.32	6.5±0.25	0.055±0.001	16.3±0.52
	100	3.2±0.09	8.4±0.36	8.5±0.10	9.1±0.45	6.9±0.13	0.062±0.002	19.2±0.72
	150	3.0±0.10	4.1±0.45	8.9±0.15	8.0±0.11	6.1±0.10	0.060±0.003	17.2±0.29
1:1000 (0,1%)	50	3.0±0.14	4.9±0.12	9.1±0.25	6.9±0.08	7.0±0.25	0.059±0.002	15.9±0.46
	100	3.1±0.15	5.9±0.20	9.0±0.08	7.4±0.10	7.1±0.13	0.060±0.003	17.3±0.12
	150	2.8±0.07	2.7±0.10	8.5±0.42	6.7±0.12	6.5±0.17	0.057±0.000	16.2±0.38
30 день								
Контроль		3.5±0.10	5.9±0.27	10.2±0.30	8.5±0.36	9.9±0.30	0.099±0.004	20.4±0.97
1:10 (10%)	50	4.1±0.11	8.2±0.32	10.3±0.24	9.1±0.12	9.8±0.05	0.100±0.003	21.5±1.01
	100	6.5±0.22	15.5±0.41	8.4±0.13	11.5±0.25	9.5±0.45	0.112±0.003	29.6±0.91
	150	5.8±0.13	10.1±0.13	8.5±0.07	10.2±0.12	10.2±0.12	0.102±0.002	25.2±0.30
1:100 (1%)	50	5.5±0.21	6.8±0.07	9.8±0.45	9.4±0.41	10.2±0.10	0.095±0.005	22.1±0.46
	100	5.8±0.11	10.1±0.10	10.1±0.34	10.2±0.30	10.0±0.13	0.108±0.002	25.1±0.71
	150	5.3±0.08	7.1±0.12	10.0±0.11	8.7±0.14	9.9±0.05	0.087±0.004	20.3±0.03
1:1000 (0,1%)	50	3.6±0.10	6.8±0.09	10.1±0.05	8.8±0.30	10.1±0.03	0.093±0.001	19.8±0.10
	100	4.4±0.01	7.2±0.11	9.8±0.32	9.8±0.11	9.7±0.30	0.100±0.001	22.5±0.36
	150	3.8±0.22	7.0±0.07	10.5±0.41	9.1±0.42	10.0±0.24	0.098±0.004	20.7±0.20

Встановлено, що вплив пробіотику на мікробний ценоз ґрунту залежить як від дози та концентрації внесення, так і часу післядії. Найактивніший вплив проявляється на 30 день після внесення, на 15 день спостерігається активація мікробіологічних процесів. Визначено, що найкращим варіантом досліджу і у весінній, і у осінній періоди для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів є варіант з пробіотиком *Sviteco PBP* розведення 1:10 та дозою 100 л/га. Зокрема,

загальна чисельність всіх груп бактерій у ґрунті підвищується при використанні пробіотику розведенням 1:10 на 6-33% у порівнянні з контролем та є максимальною при використанні пробіотику дозою 100 л/га та розведення 1:10 (підвищується на 33% у весняний та на 25% у осінній періоди у порівнянні з контролем).

Таку ж саму залежність можна спостерігати і для інших груп ґрунтової мікрофлори (табл. 3.2-3.3). Кількість педотрофних мікроорганізмів зростає при внесенні пробіотику розбавленням 1:10 на 47-78% на 15 день внесення та на 50-173% на 30 день відповідно у порівнянні з контролем. При даній концентрації найкращий результат зафіксовано при дозі пробіотику 100 л/га, у весняний період кількість педотрофних мікроорганізмів зростає на 78%, а у осінній - на 173% у порівнянні з контролем.

При розбавленні пробіотику 1:100 кількість педотрофних мікроорганізмів у весняний період зростає до 15,5 млн. КУО/г ґрунту при дозі 100 л/га на 30 день внесення, що у нижче у порівнянні з розбавленням пробіотику 1:10 та внесенні даною дозою (20,5 млн. КУО/г ґрунту). У осінній період при розбавленні пробіотику 1:100 кількість педотрофних мікроорганізмів зростає до 10,1 млн. КУО/г ґрунту при дозі 100 л/га на 30 день внесення, що теж нижче у порівнянні з розбавленням пробіотику 1:10 та внесенні даною дозою (15,5 млн. КУО/г ґрунту). При розбавленні 1:1000 збільшення педотрофних мікроорганізмів не перевищує 20% у порівнянні з контролем. Таким чином, найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів має використання пробіотику в дозі 100 л/га та пробіотику 1:10 розведення на 30 день після внесення (15,5 млн. у весняний відбір та 10,1 млн. КУО/г ґрунту у осінній відбір відповідно).

Встановлено, що вміст оліготрофних мікроорганізмів знижується при використанні пробіотику *Sviteco PBP* концентрації 1:10 та 1:100 на 1-9% на 15 день у порівнянні з контролем, але на 30 день наближається дещо збільшується і знаходиться на рівні контролю. Таким чином, вираженої післядії пробіотику для цієї групи мікроорганізмів не відмічено.

У біологічному кругообігу поживних речовин, зокрема азоту, відіграють важливу роль амоніфікатори та амілолітичні мікроорганізми. Встановлено, кількість амоніфікуючих бактерій при використанні пробіотику *Sviteco PBP* розведенням 1:10 збільшується на 3-17% у весняний період та на 7-38% у осінній період порівняно з контролем, а при розведенні 1:100 та 1:1000 суттєве збільшення кількості амоніфікуючих бактерій спостерігається тільки при дозі 100 л/га (на 3-9% у весняний період та 8-15% у осінній період порівняно з контролем).

Встановлено, що у весняний період при використанні пробіотику *Sviteco PBP* 1:10 розведення чисельність амілолітичних мікроорганізмів у весінній період знижується на 3-4% на 15 день порівняно з контролем та наближається до контролю на 30 день. У осінній період і на 15 і на 30 день при даній концентрації спостерігається незначне зниження кількості амілолітичних мікроорганізмів при дозах 50 л/га та 100 л/га. Це пояснюється тим, що при внесенні пробіотиків концентрацією 1:10 розбавлення інтенсифікується розвиток мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот, а кількість мікроорганізмів, що використовують аміачний (мінеральний) азот дещо зменшується, але не значно порівняно з контролем.

Чисельність актиноміцетів збільшується при внесенні пробіотику у розбавленні 1:10 дозою 50 та 100 л/га у весняний та осінній періоди. Найбільше мікроорганізмів даної групи зафіксовано при використанні пробіотику розведенням 1:10 та дозою 100 л/га (0,452 млн. КУО/г ґрунту на 15 день, 0,590 млн. КУО/г ґрунту на 30 день у весняний період та 0,069 млн. КУО/г ґрунту на 15 день, 0,112 млн. КУО/г ґрунту на 30 день у весняний період, тобто їх кількість збільшилася у 1,2-1,5 рази у порівнянні з контролем).

Аналіз загальної кількості мікроскопічних грибів показав, що на варіанті використання пробіотиків розведенням 1:10 чисельність даної еколого-трофічної групи є значно вищою у порівнянні з контролем (на 10-55% більше у порівнянні з контролем на 15 день та на 5-31% на 30 день у

весінній період, на 9-45% на 15 день та на 5-23% на 30 день у осінній період у порівнянні з контролем). Також встановлено, що найбільший ріст мікроскопічних грибів при впливі пробіотичних мікроорганізмів відбувається на 15 добу.

Проведені дослідження параметрів мікробіологічних коефіцієнтів інтенсивності протікання ґрунтово-біологічних процесів в ґрунтах - мінералізації-імобілізації азоту (ІМІ=КАА/МПА); педотрофності (ПІ=ПА/МПА), оліготрофності (ІО=ГА/МПА), при різних концентраціях та дозах внесення пробіотику наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Мікробіологічні коефіцієнти інтенсивності протікання ґрунтово-біологічних процесів у ґрунті (весняний та осінній відбір, середнє за 2022–2024 рр.)

Мікробіологічні коефіцієнти	Варіант досліджу									
	Контроль	розбавлення пробіотику 10%			розбавлення пробіотику 1%			розбавлення пробіотику 0,1%		
		Доза пробіотику, л/га								
		50	100	150	50	100	150	50	100	150
1. Весняний відбір										
15 доба										
ІМІ	1.02	0.96	0.87	0.91	1.01	0.89	1.01	1.00	0.92	0.97
ПІ	0.76	1.08	1.21	1.06	0.90	1.03	0.86	0.95	0.83	0.79
ІО	1.09	1.00	0.92	0.95	1.06	0.97	0.99	1.07	0.97	1.02
30 доба										
ІМІ	1.05	0.98	0.92	0.93	1.01	0.99	1.02	1.06	0.97	1.05
ПІ	0,56	1.11	1.30	0.70	0.76	1.11	0.68	0.67	0.70	0.57
ІО	1.10	0.97	0.79	0.87	1.01	0.96	1.04	1.09	1.05	1.10
2. Осінній відбір										
15 доба										
ІМІ	1.01	0.80	0.69	0.91	0.82	0.76	0.76	1.01	0.96	0.97
ПІ	0.68	0.70	1.01	0.92	0.65	0.92	0.51	0.71	0.80	0.40
ІО	1.32	1.15	0.88	1.16	1.10	0.93	1.11	1.32	1.22	1.27
30 доба										
ІМІ	1.16	1.08	0.83	1.00	1.09	0.98	1.14	1.15	0.99	1.10
ПІ	0.69	0.90	1.35	0.99	0.72	0.99	0.82	0.77	0.73	0.77
ІО	1.20	1.13	0.73	0.83	1.04	0.99	1.15	1.15	1.00	1.15

Встановлено, що у контрольних зразках і в весняний, і в осінній періоди ІМІ > 1, що свідчить про переважання процесів деструкції органічної речовини над синтезом. При внесенні пробіотику 1:10 розведення (100 л/га)

мінімальне значення ІМІ спостерігалось при дозі, що свідчить про зменшення швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. У весняний період зниження індексу ІМІ складало 12-14%, у осінній - 28-31% порівняно з контролем.

При розбавленні пробіотику 1:100 та 1:1000 позитивні впливи на ґрунтові мікроорганізми спостерігаються тільки при дозі 100 л/га (зниження індексу ІМІ у весняний період складало 6-13% при розведенні пробіотику 1:100 та 3-7% при розведенні 1:1000 порівняно з контролем, у осінній - 16-25% та 5-15% відповідно).

Зростання коефіцієнту педотрофності свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту. На контрольному зразку і в весняний, і в осінній періоди у більшості випадках $П < 1$, що свідчить про низький рівень відновлення гумусу. При застосування пробіотику найкращим ефект спостерігається при розбавленні 1:10 та дозою 100 л/га, даний показник у всіх варіантах був більше 1, при чому у весняний період $П$ збільшився на 59% на 15 день, на 132% на 30 день у порівнянні з контролем, а в осінній - на 48% на 15 день, на 95% на 30 день.

Таким чином, максимальні показники коефіцієнту педотрофності по досліді були зафіксовані при використанні пробіотику дозою 100 л/га та розбавлення 1:10 на 30 добу після внесення, що відповідає збільшенню інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

Найбільш високі показники коефіцієнту оліготрофності (ІО) спостерігались на котрольному варіанті, при чому у всіх варіантах досліді даний показник був більше 1, що свідчило про несприятливі деградаційні процеси в ґрунті. При всіх варіантах використання пробіотику *Sviteco PBP* розбавлення 1:10 та 1:100 на 15 та 30 добу даний показник був кращим порівняно з контролем. Найкращий ефект спостерігався при використанні дози пробіотику 1:10 розведення дозою 100 л/га (ІО зменшився на 15-28% у весняний період та на 33-39% у осінній період порівняно з контролем), що

свідчить про збільшення вмісту доступних для мікроорганізмів поживних речовин і високу забезпеченість елементами живлення. При розбавленні пробіотику 1:1000 показники коефіцієнту оліготрофності у всіх зразках досліді були близькими до контролю.

Таким чином, можна відзначити, що використання пробіотику *Sviteco PBP* у концентрації **1:10 збільшує вміст доступних для мікроорганізмів поживних речовин**, але найкращим варіантом виявилася **доза 100 л/га**. При чому, хоча найкращий результат зафіксовано на 30 добу, покращення ґрунту елементами живлення спостерігається і на 15 добу, що пов'язано з активною дією пробіотиків (збільшення поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів).

Таким чином, за результатами аналізу коефіцієнтів мінералізації–імобілізації, оліготрофності та педотрофності встановлено, що використання пробіотику сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів в одиниці об'єму ґрунту встановлено, що при використанні пробіотику концентрацією 1:10 розведення дозою 100 л/га спостерігається найкращий результат для функціонування мікробного ценозу чорнозему опідзоленого. Також встановлено значну післядію їх впливу і створення сприятливих умов для ґрунтових мікроорганізмів на 30 добу. Таким чином, використання пробіотику 1:10 розведення дозою 100 л/га може бути використана як екологічнобезпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтово-біологічних показників ґрунту.

3.2 Вплив використання суміші пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою на мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту агроценозів

На наступному етапі, враховуючи попередні дослідження щодо доцільності використання супутньо-пластової води (СПВ) для підживлення ґрунту [100], завдяки її унікальному природному складу органічної та неорганічної частини, нами проведено дослідження комплексного використання СПВ та пробіотичних препаратів для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів ґрунту сільськогосподарських угідь. У дослідженні вітчизняних вчених [102; 106; 229] встановлено, що найкращою дозою СПВ для покращення продуктивності агробіоценозу є 1200 л/га. Для вивчення сумісного впливу СПВ та пробіотику, були закладені наступні експериментальні ділянки (табл. 3.5):

I – контроль (полив вода питна 900 л/га);

II - полив СПВ (600 л/га) та пробіотиком *Sviteco PBP* розбавлення 1:10 (100 л/га);

III - полив СПВ (900 л/га) та пробіотиком *Sviteco PBP* розбавлення 1:10 (100 л/га);

IV - полив СПВ (1200 л/га) та пробіотиком *Sviteco PBP* розбавлення 1:10 (100 л/га);

V - полив СПВ (2400 л/га) та пробіотиком *Sviteco PBP* розбавлення 1:10 (100 л/га).

У результаті проведеного дослідження встановлено, що при комплексному використанні супутньо-пластової води концентрацією до 1200 л/га та пробіотику (100 л/га) складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, але при концентрації СПВ 2400 л/га відбувається зменшення целюлозруйнуючих колоній (у весняний період - 50 шт. колоній у порівнянні з окремим використанням пробіотику даної дози та концентрації - 245 шт.; у осінній період - 37 шт. колоній у порівнянні з окремим використанням пробіотику - 300 шт.) та

автохтонних мікробних колоній (у весняний період - 35 шт. колоній у порівнянні з окремим використанням пробіотику даної дози та концентрації - 194 шт.; у осінній період - 28 шт. колоній у порівнянні з окремим використанням пробіотику - 155 шт.). Це пояснюється том, що при концентрації 2400 л/га спостерігається антагоністичний вплив СПВ на мікроорганізми, що входять до складу пробіотику.

Таблиця 3.5

Комплексний вплив СПВ різної концентрації та пробіотичного препарату *Svitesto PBP* (розбавлення 1:10) на мікробний ценоз ґрунту (середнє за 2021–2024 рр.)

Варіант	Гриби мікроскопічні, тис.	Кількість мікробних колоній, шт.			
		целюлозоруйнуючі	автохтонні	олігонітрофільні	усього мікробних тіл
<i>Весняний відбір</i>					
Контроль	-	117	75	-	188
СПВ, 600 л/га+пробіотик	20	340	504	30	900
СПВ, 900 л/га+пробіотик	58	800	700	130	1700
СПВ, 1200л/га+пробіотик	42	410	550	138	1150
СПВ, 2400л/га+пробіотик	12	50	35	150	247
<i>Осінній відбір</i>					
Контроль	-	105	64	-	170
СПВ, 600 л/га+пробіотик	9	352	460	6	830
СПВ, 900 л/га+пробіотик	49	824	655	139	1670
СПВ, 1200 л/га+пробіотик	35	605	542	140	1325
СПВ, 2400 л/га+пробіотик	8	37	28	145	220

Таким чином, найкраще себе зарекомендувала доза СПВ 900 л/га та пробіотику *Svitesto PBP* розбавлення 1:10, 100 л/га. При даній концентрації спостерігається синергічний ефект і покращення загального мікроценозу ґрунту у порівнянні з використанням самого пробіотику даної концентрації та дози у 3,3-3,6 рази, а в порівнянні з контролем - у 9,1-9,8 рази. За даної концентрації максимальної кількості набувають целюлозоруйнуючі,

автохтонні мікробні колонії. При збільшенні концентрації до 1200 л/га спостерігається незначне зниження питомої ваги мікроорганізмів в мікробному ценозі (на 20-32% гірше у порівнянні з концентрацією СПВ 900 л/га, але на 144-165% краще у порівнянні з одним пробіотиком даної дози та концентрації).

Вплив тривалого застосування супутньо-пластової води та пробіотику (на 15, 30 та 60 день після застосування) на динаміку чисельності різних груп ґрунтових мікроорганізмів представлені в таблицях 3.6 - 3.7.

Проведені дослідження з вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів показали, що в весінній період ґрунт був більш збагачений мікроорганізмами порівняно з осіннім, що пояснюється активним відновленням мікробіоти восени.

Встановлено, що вплив СПВ та пробіотику на мікробний ценоз ґрунту залежить як від дози внесення, так і часу післядії. Найактивніший вплив проявляється на 30 день після внесення, на 15 день спостерігається активація мікробіологічних процесів, на 60 день спостерігається значне їх зниження, хоча і вище за контроль, що пов'язано із тривалою післядією СПВ. Визначено, що найкращим варіантом досліду і у весінній і у осінній періоди для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів є варіант з концентрацією СПВ 900 л/га та пробіотиком *Sviteco PBP* розведення 1:10 (дозою 100 л/га). Зокрема, загальна чисельність всіх груп бактерій у ґрунті підвищується при використанні пробіотику розведенням 1:10 (на 15-31% у порівнянні з контролем) та є максимальною при комплексному використанні концентрації СПВ дозою 900 л/га та пробіотику розведення 1:10 (на 82-102% у порівнянні з контролем).

Таблиця 3.6

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту

(весняний відбір, середнє за 2022-2024 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу		Загальна кількість бактерій, млн	Педотрофні мікроорганізми, млн.	Оліготрофні мікроорганізми, млн	Амоніфікатори, млн	Амілолітичні мікроорганізми, млн	Актиноміцети, млн	Гриби, тис.
1	2	3	4	5	6	7	9	10
15 день								
I – 1	Контроль	5.0 ±0.55	7.5 ±0.57	10.5 ±0.35	10.1 ±1.40	10.5 ±0.09	0.3 ±0.12	27.2 ±3.00
I – 2	Пробіотик 1:10	6.0 ± 0.73	12.5 ±4.45	9.5 ±0.26	10.3 ±0.85	10.2 ±0.03	0.3 ±0.03	35.8 ±1.3
I – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	6.4 ±0.12	19.3±0.65	9.4 ±0.30	12.5 ±0.32	9.8 ±0.03	0.4 ±0.05	37.2 ±1.15
I – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	8.6 ±0.43	26.8± 0.75	9.6 ±1.64	14.4 ±0.10	10.1 ±0.17	0.5 ±0.05	43.3 ±1.3
I – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	4.5 ±0.12	8.9 ± 0.38	8.5 ±0.35	9.1 ±0.38	8.2 ±0.03	0.4 ±0.05	20.5 ±1.4
I – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	3.1 ±0.17	8.5±0.72	8.3± 0.02	8.4 ± 0.35	8.6 ±0.33	0.2 ±0.00	15.5 ±1.2
	HP _{0,05}							
30 день								
II – 1	Контроль	5.9 ±0.55	7.2 ±0.57	14.0 ±0.35	13.8 ±1.40	14.2 ±0.09	0.4 ±0.12	36.4 ±3.00
II – 2	Пробіотик 1:10	6.8 ± 0.73	19.7 ±4.45	13.7 ±0.26	14.3 ±0.85	13.8 ±0.03	0.4 ±0.03	40.8 ±1.3
II – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	8.0 ±0.12	27.5±0.65	13.1 ±0.30	16.1 ±0.32	14.5 ±0.03	0.4 ±0.05	45.2 ±1.15
II – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	11.9 ±0.43	36.1± 0.75	12.5 ±1.64	19.2 ±0.10	14.0 ±0.17	0.6 ±0.05	53.3 ±1.3
II – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	6.5 ±0.12	10.2 ± 0.38	9.4 ±0.35	8.2 ±0.38	7.1 ±0.03	0.6 ±0.05	29.4 ±1.4
II – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	3.7 ±0.17	7.7±0.72	10.1± 0.02	6.8 ± 0.35	6.7 ±0.33	0.04 ±0.00	20.1 ±1.2
60 день								
III – 1	Контроль	4.8 ±0.20	5.4 ±0.20	8.1 ±0.03	7.2 ± 0.05	7.9 ± 0.09	0.1 ±0.00	20.0 ±3.00
III – 2	Пробіотик 1:10	4.7±1.41	9.2 ±0.20	7.3 ±0.04	7.5 ±0.05	7.3 ±0.08	0.5 ±0.00	22.2 ±0.65
III – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	6.7 ±3.18	13.5 ±1.84	8.2 ±0.05	9.4 ±0.71	7.0 ±0.35	0.5 ± 0.00	24.9 ±1.95
III – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	7.0 ±1.15	19.4 ±0.20	8.4 ±1.36	11.2 ±1.40	7.1 ± 0.03	0.4 ±0.01	27.1 ± 10.65
III – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	5.5 ±0.20	6.9 ±0.47	6.5 ±1.02	6.8 ±0.06	5.9±0.15	0.5 ±0.02	18.5 ± 0.50
III – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	2.5 ±0.35	5.8 ±0.05	6.4±0.02	6.5 ± 0.00	6.2 ± 0.00	0.1 ± 0.00	14.7 ±6.50

Таблиця 3.7

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту

(осінній відбір, середнє за 2022-2024 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант дослідю		Загальна кількість бактерій, млн	Педотрофні мікроорганізми (ПА), млн.	Оліготрофні мікроорганізми (ГА), млн	Амоніфікатори (МПА), млн	Амілолітичні мікроорганізми (КАА), млн	Актиноміцети, тис.	Гриби, тис.
1	2	3	4	5	6	7	9	10
15 день								
I – 1	Контроль	4,7 ±0.55	5.5 ±0.57	7.7 ±0.35	6.9 ±1.40	7.6 ±0.09	19.7 ±0.12	15.5 ±3.00
I – 2	Пробіотик 1:10	6.0 ± 0.73	8.3 ±4.45	7.0 ±0.26	7.3 ±0.85	7.5 ±0.03	19.3 ±0.03	15.6 ±1.3
I – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	6.4 ±0.12	12.3±0.65	7.1 ±0.30	9.0 ±0.32	7.3 ±0.03	18.4 ±0.05	17.6 ±1.15
I – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	8.6 ±0.43	16.9± 0.75	7.2 ±1.64	10.1 ±0.10	7.7 ±0.17	53.5 ±0.05	23.0 ±1.3
I – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	4.5 ±0.12	7.9 ± 0.38	6.4 ±0.35	6.5 ±0.38	7.1 ±0.03	125.4 ±0.05	24.4 ±1.4
I – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	3.1 ±0.17	5.0±0.72	6.3± 0.02	6.2 ± 0.35	6.9 ±0.33	15.2 ±0.00	10.3 ±1.2
	HP _{0.05}							
30 день								
II – 1	Контроль	4,2 ±0.55	6.1 ±0.57	10.8 ±0.35	10.0 ±1.40	10.6 ±0.09	100 ±0.12	20. 4 ±3.00
II – 2	Пробіотик 1:10	5.0 ± 0.73	13.2 ±4.45	10.2 ±0.26	10.3 ±0.85	10.4 ±0.03	95.5 ±0.03	21.8 ±1.3
II – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	7.2 ±0.12	20.6±0.65	10.9 ±0.30	11.1 ±0.32	10.8 ±0.03	117.4 ±0.05	20.2 ±1.15
II – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	8.5 ±0.43	27.7± 0.75	11.0 ±1.64	14.2 ±0.10	10.5 ±0.17	162.1 ±0.05	25.5 ±1.3
II – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	7.5 ±0.12	11.6 ± 0.38	7.1 ±0.35	7.2 ±0.38	6.1 ±0.03	90.4 ±0.05	17.4 ±1.4
II – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	2.1 ±0.17	9.4±0.72	6.5± 0.02	5.8 ± 0.35	5.5 ±0.33	99.2 ±0.00	18.1 ±1.2
60 день								
III – 1	Контроль	2.2 ±0.20	4.6 ±0.20	9.2 ±0.03	4.5 ± 0.05	5.8 ± 0.09	56.1 ±0.00	17.7 ±3.00
III – 2	Пробіотик 1:10	2.9±1.41	8.1 ±0.20	9.3 ±0.04	5.5 ±0.05	3.5 ±0.08	60.2 ±0.00	20.2 ±0.65
III – 3	СПВ 600 л/га +проб. 1:10	4.7 ±3.18	10.5 ±1.84	7.4 ±0.05	7.7 ±0.71	3.4 ±0.35	54.5 ± 0.00	21.4 ±1.95
III – 4	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	3.0 ±1.15	14.5 ±0.20	8.3 ±1.36	9.5 ±1.40	4.7 ± 0.03	69.4 ±0.01	25.5± 10.65
III – 5	СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	1.5 ±0.20	11.7 ±0.47	8.0 ±1.02	7.8 ±0.06	3.5±0.15	48.5 ±0.02	17.5 ± 0.50
III – 6	СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	0.8 ±0.35	5.7 ±0.05	7.1±0.02	6.1 ± 0.00	3.2 ± 0.00	35.1 ± 0.00	16.0 ±6.50

При варіанті досліду внесення СПВ дозою 2400 л/га та пробіотику *Sviteco PBP* (розведення 1:10, 100 л/га) спостерігається зниження загальної кількості бактерій у ґрунті у порівнянні з контролем, що пов'язано з пригніченням мікробного ценозу даної концентрації СПВ (рис. 3.1).

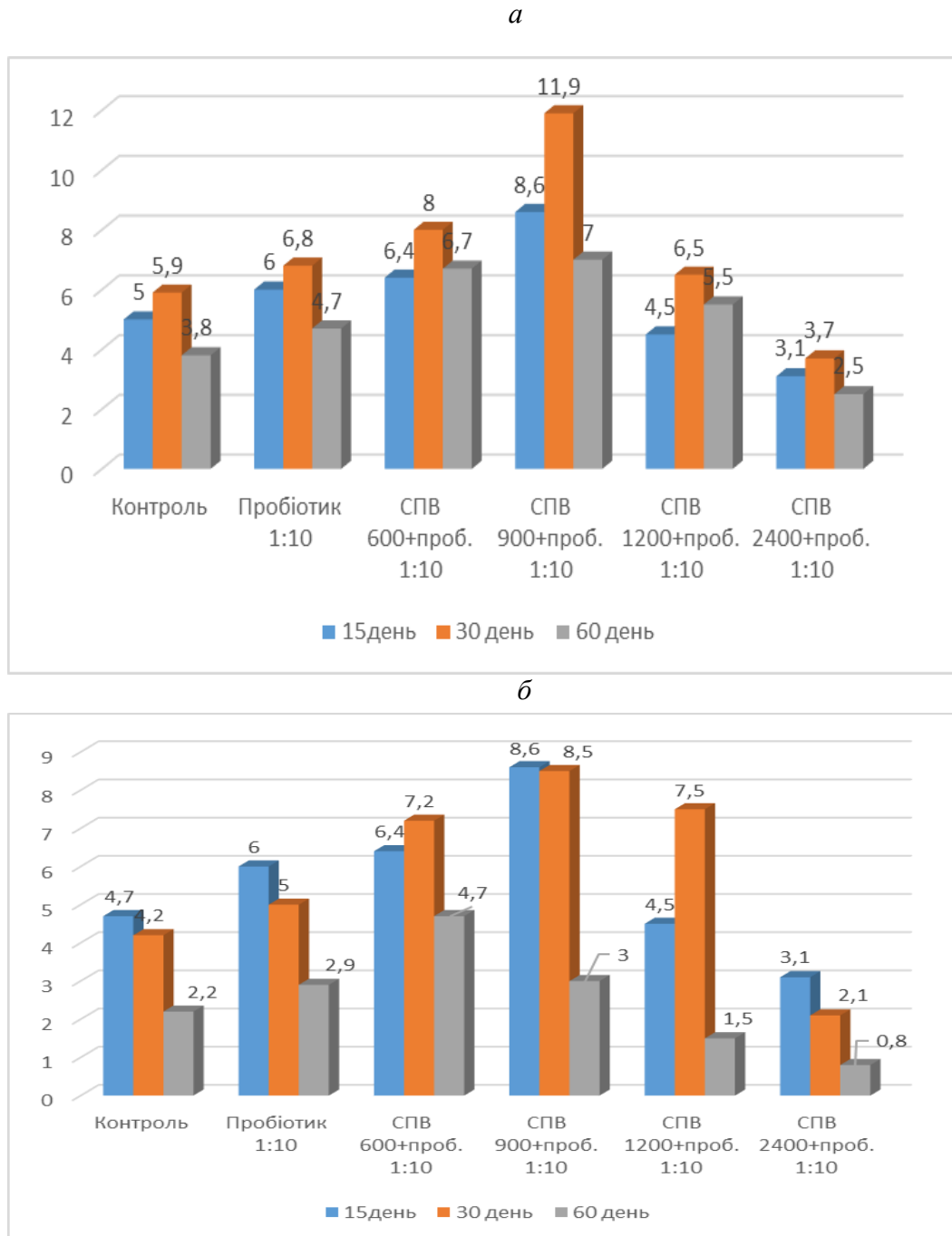


Рис. 3.1 - Загальна кількість бактерій у ґрунті, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір.

Таку ж саму залежність можна спостерігати і для інших груп ґрунтової мікрофлори (рис. 3.2).

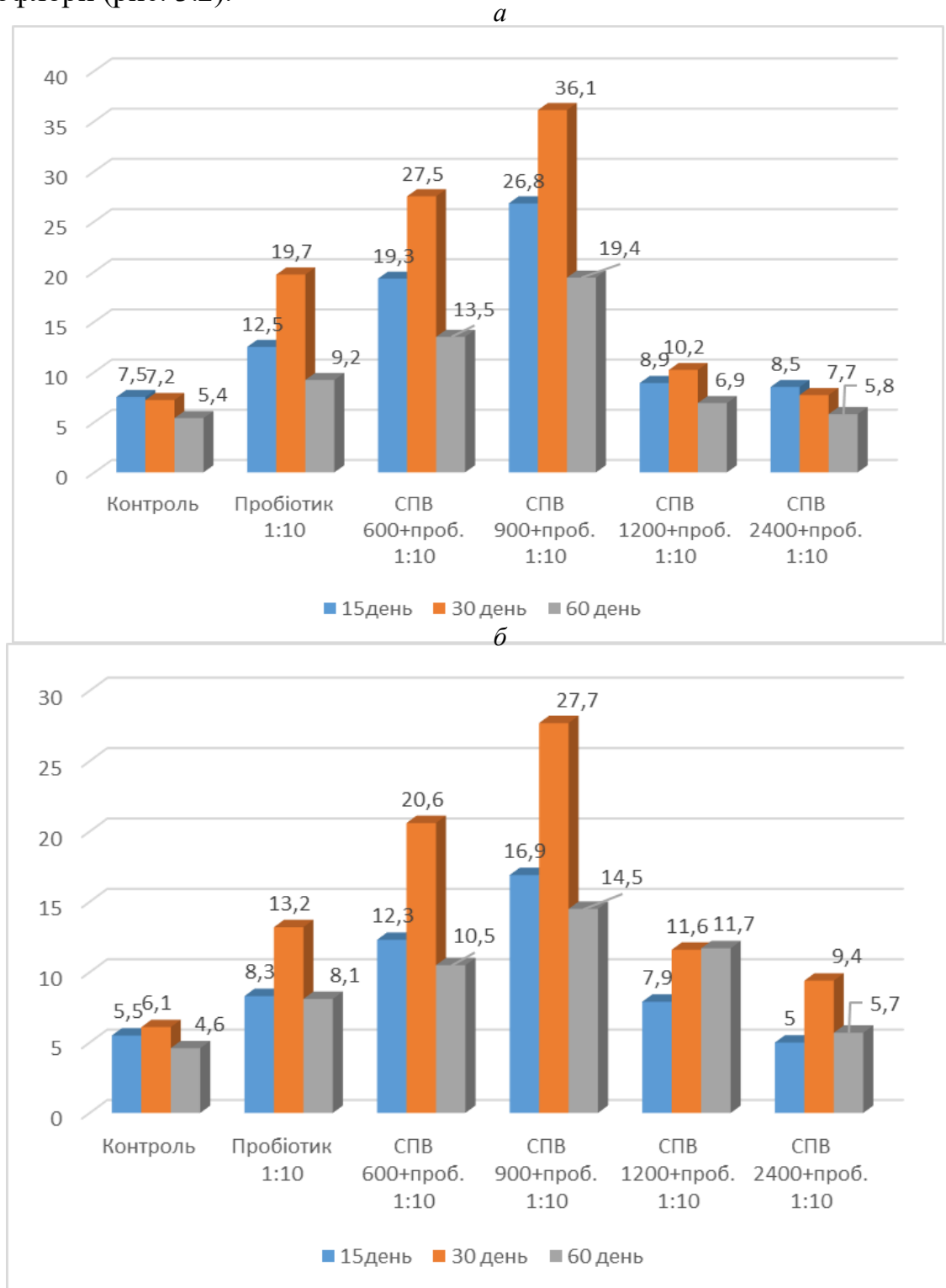


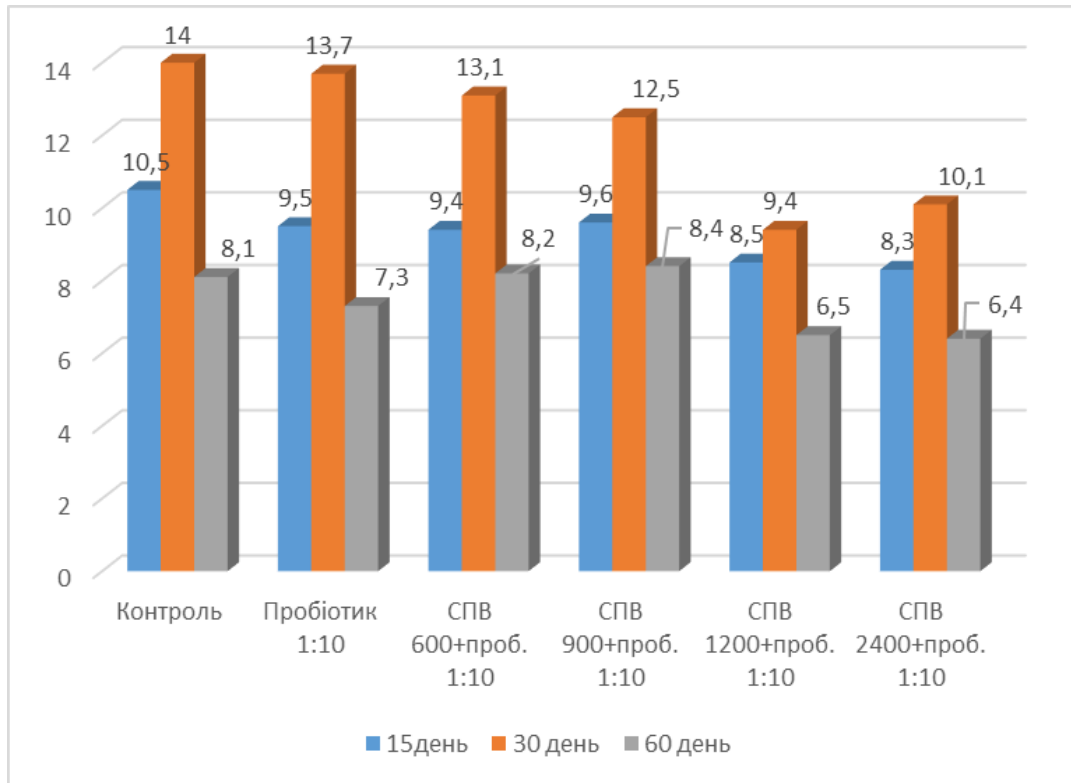
Рис. 3.2 - Кількість педотрофних мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір.

Кількість педотрофних мікроорганізмів зростає при внесенні прбіотику на 58-173% у весняний відбір та на 30-113% у осінній відбір з максимальним ефектом на 30 день внесення, а також відповідно до підвищення норм внесення СПВ до концентрації 900 л/га. При збільшенні дози СПВ до 1200 л/га спостерігається збільшення педотрофних мікроорганізмів у порівнянні з контролем, але зменшення у порівнянні з концентрацією СПВ 900 л/га, а при концентрації 2400 л/га їх значення різко знижується (рис. 3.2).

Таким чином, найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів має комплексне використання СПВ в дозі 900 л/га та прбіотику 1:10 розведення на 30 день після внесення (36,1 млн. у весняний відбір та 27,7 млн. у осінній відбір відповідно).

Встановлено, що вміст оліготрофних мікроорганізмів знижується при комплексному використанні СПВ дозою 600 л/га та прбіотику на 7-10%, але при концентрації СПВ 900 л/га дещо збільшується і знаходиться на рівні контролю, потім при концентрації СПВ 1200 л/га спостерігається різке зниження оліготрофних мікроорганізмів, нижче за контроль на 14-35% (рис. 3.3). Таким чином, вираженої післядії СПВ та прбіотику для цієї групи мікроорганізмів не відмічено.

а



б

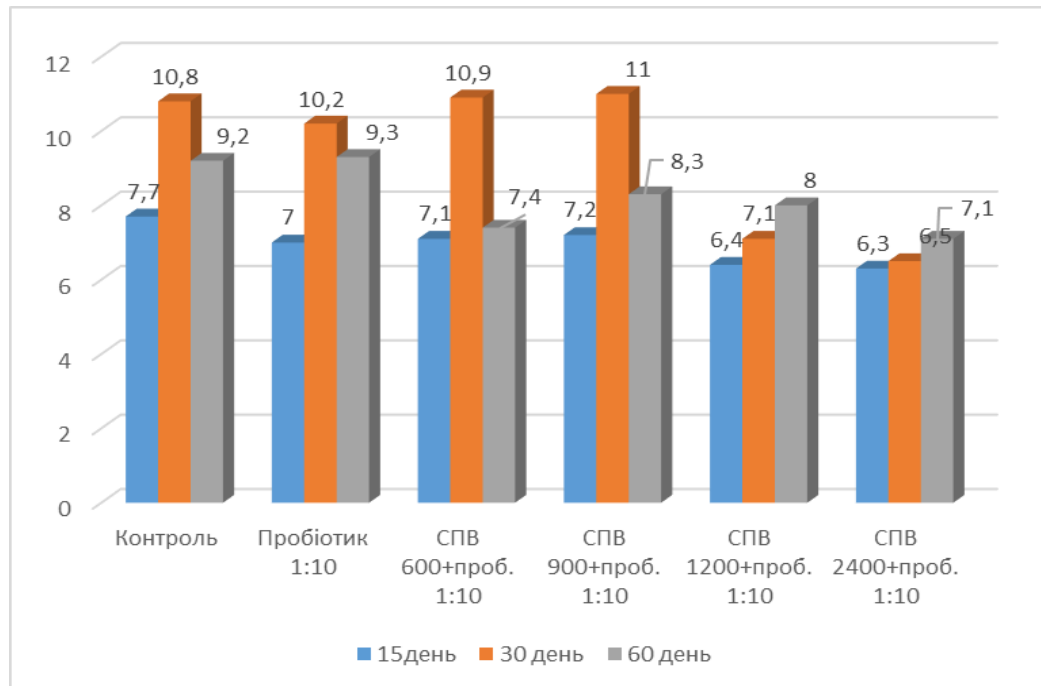


Рис. 3.3 - Кількість оліготрофних мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір

У біологічному кругообігу поживних речовин, зокрема азоту, відіграють важливу роль амоніфікатори та амілолітичні мікроорганізми. Динаміку

чисельності даних груп ґрунтових мікроорганізмів наведено на рис. 3.4-3.5. Встановлено, кількість амоніфікуючих бактерій при використанні пробіотиків збільшується на 2-5% у весняний період та на 3-22% у осінній період порівняно з контролем, але при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотиків чисельність мікроорганізмів даної групи зростає на 39-55% у весняний період та 42-111% у осінній період порівняно з контролем. При збільшенні дози СПВ до 1200 л/га та 2400 л/га спостерігається значне зниження амоніфікаторів порівняно з контролем.

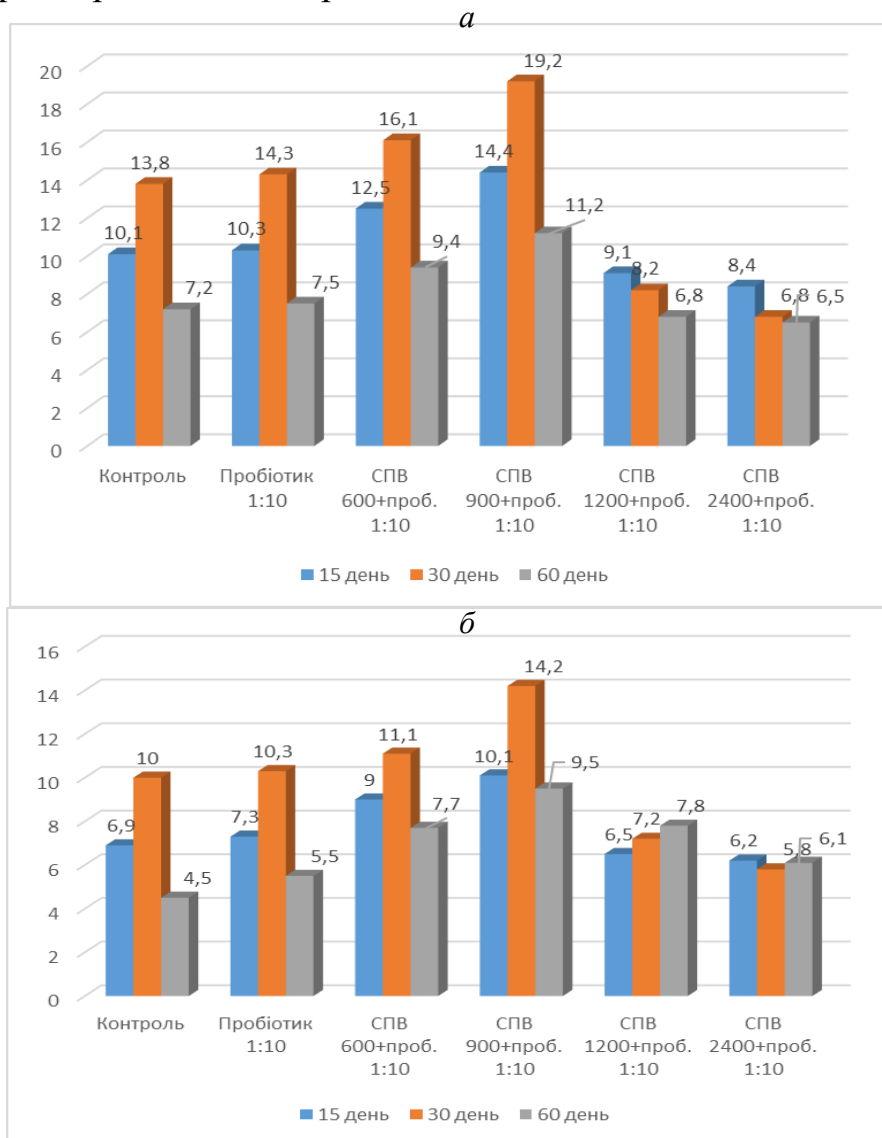


Рис. 3.4 - Кількість амоніфікаторів мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір

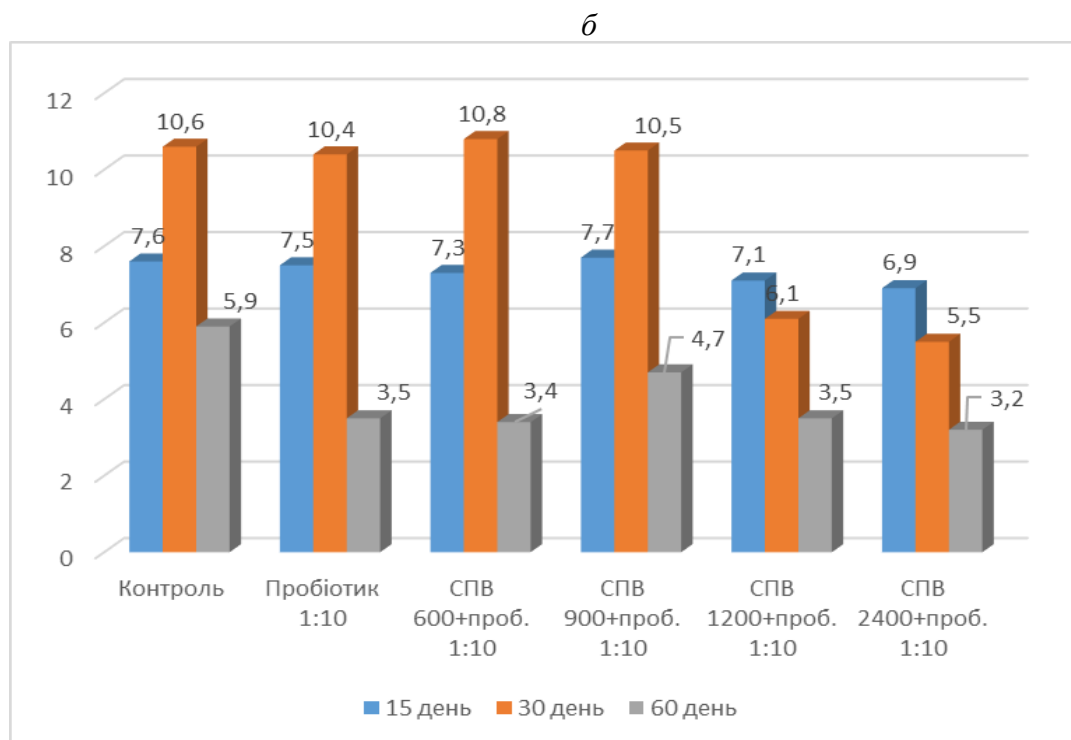
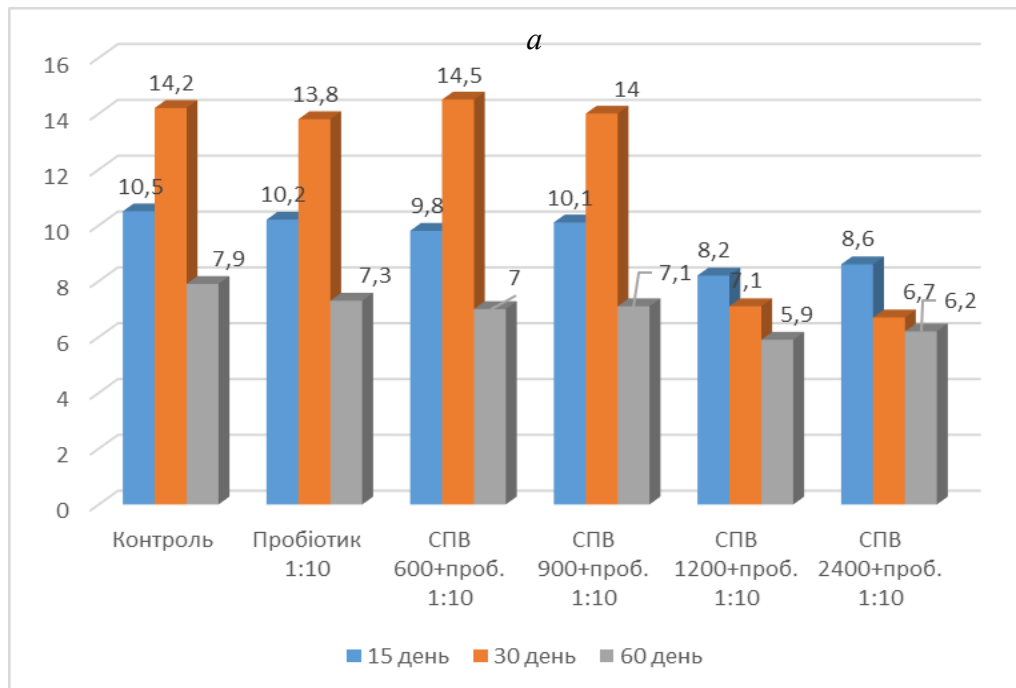


Рис. 3.5 - Кількість амілолітичних мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір

Досліджено, що у весняний період при використанні пробіотиків 1:10 розведення чисельність амілолітичних мікроорганізмів у весінній період

знижується на 3-8% порівняно з контролем, при комплексному використанні СПВ концентрацією 600 та 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення на 2-11% порівняно з контрольним варіантом. При збільшенні концентрації СПВ до 1200 л/га спостерігається різке зниження чисельності амілолітичних мікроорганізмів на 22-50% порівняно з контролем, а при дозі СПВ 2400 л/га - на 19-53% відповідно. Це пояснюється тим, що при внесенні пробіотиків та СПВ концентрацією до 900 л/га інтенсифікується розвиток мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот (білкових речовин ґрунту), а кількість мікроорганізмів, що використовують аміачний (мінеральний) азот дещо зменшується, але не значно порівняно з контролем. Концентрація СПВ 1200 л/га та 2400 л/га комплексно з пробіотиком різко пригальмовує розвиток амоніфікаторів та амілолітичних мікроорганізмів.

Треба відмітити, що в пробах, які відбиралися у осінній період, у порівнянні з весняним відбором проб, знижена чисельність практично всіх груп мікроорганізмів. Проте рівень потенційної азотофіксації в осінніх зразках значно збільшувався у порівнянні з контролем.

Чисельність актиноміцетів збільшується при внесенні пробіотику у розбавленні 1:10, та найбільше мікроорганізмів даної групи зафіксовано при комплексному використанні пробіотику та СПВ дозою 900 л/га (збільшилися у 1,5-4 рази в весняний період та у 1,6-2,7 рази у осінній період у порівнянні з контролем). У осінній період чисельність актиноміцетів значно менша у порівнянні з весняним відбором (рис. 3.6).

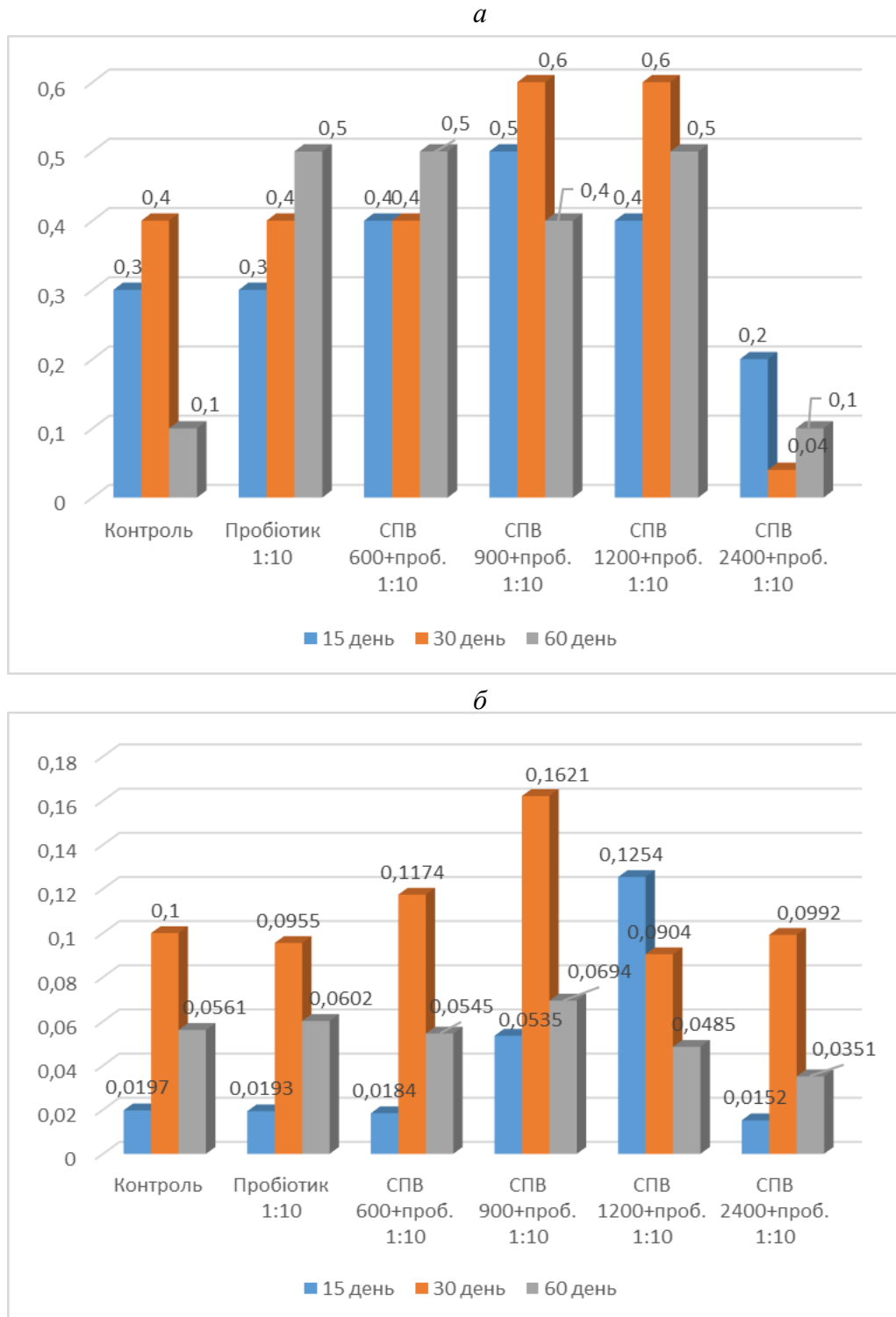


Рис.3.6 - Кількість актиноміцетів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.):

а - весняний відбір, б - осінній відбір

Аналіз загальної кількості мікроскопічних грибів показав, що на варіанті комплексного використання СПВ дозою до 900 л/га та пробіотику чисельність

даної еколого-трофічної групи є значно вищою у порівнянні з контролем (на 37-58% більше у порівнянні з контролем у весінній період та 25-48% у осінній період). При додаванні одного пробіотику *Sviteco PBP* 1:10 розведення (100 л/га) спостерігається збільшення чисельності мікроскопічних грибів на 11-31% у весняний період та 9-20% у осінній період. При збільшенні дози СПВ до 1200 л/га спостерігається зниження чисельності даної групи мікроорганізмів на 2-25%, а при дозі 2400 л/га - на 10-46% у порівнянні з контрольним зразком (рис. 3.7). Також встановлено, що найбільший ріст мікроскопічних грибів відбувається на 15 добу, що пов'язано з впливом пробіотику, але також спостерігається і значна післядія на 60 добу, що обумовлено впливом СПВ як корму живлення для даних мікроорганізмів.

Особливості формування динаміки чисельності неспорової мікрофлори ґрунту при використанні пробіотику *Sviteco PBP* та СПВ у порівнянні з контролем в весняний та осінній періоди відображено у таблиці 3.8. Загальна чисельність неспорової мікрофлори ґрунту у осінній період є нижчою ніж у весняний період. Максимальна чисельність даної групи мікроорганізмів спостерігалася при внесенні СПВ дозою 900 та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га), при чому збільшення чисельності неспорової мікрофлори зафіксовано на 15 (збільшення чисельності на 15% у весняний та 44% у осінній періоди порівняно з контролем), на 30 (збільшення чисельності на 54% у весняний та 136% у осінній періоди порівняно з контролем), на 60 добу (збільшення чисельності на 9% у весняний та 40% у осінній періоди порівняно з контролем).

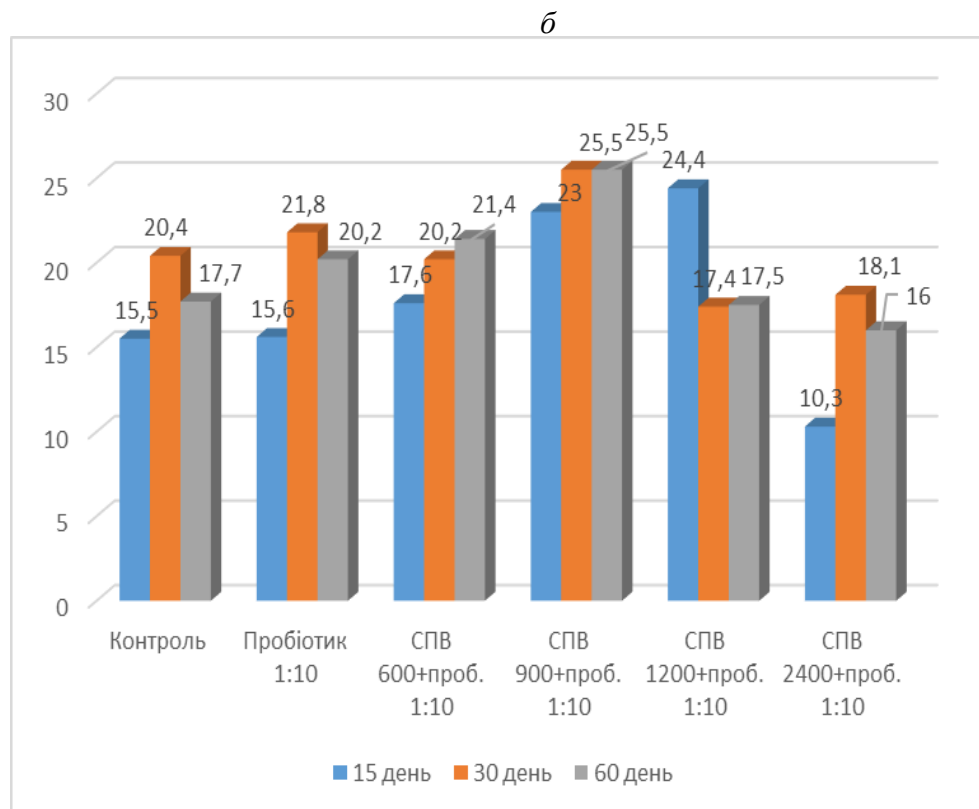
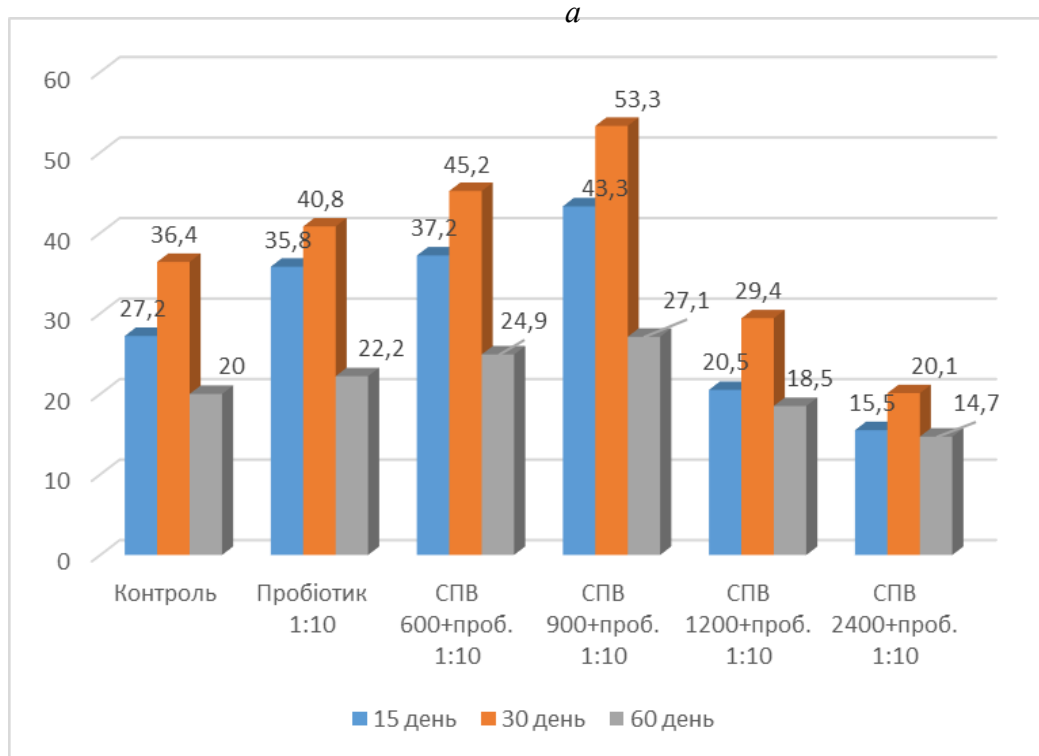


Рис. 3.7 - Кількість мікроскопічних грибів, млн КУО/г ґрунту (середнє за 2022-2024 рр.): а - весняний відбір, б - осінній відбір

Таблиця 3.8

Чисельність неспорової мікрофлори ґрунту, млн КУО в 1 г ґрунту
(середнє за 2022-2024 рр., млн КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	Чисельність неспорової мікрофлори ґрунту, млн КУО в 1 г ґрунту					
	15 доба		30 доба		60 доба	
	весняний відбір	осінній відбір	весняний відбір	осінній відбір	весняний відбір	осінній відбір
Контроль	6,1	4,5	8,8	3,5	6,5	5,0
Пробіотик 1:10	6,4	4,6	11,2	3,5	6,5	5,6
СПВ 600 л/га +проб. 1:10	5,9	6,1	11,6	5,0	6,5	5,5
СПВ 900 л/га +проб. 1:10	7,3	6,5	13,6	5,9	7,1	7,0
СПВ 1200 л/га+проб. 1:10	6,4	4,4	4,4	5,1	5,3	4,2
СПВ 2400 л/га+проб. 1:10	4,2	2,8	5,3	3,3	3,1	4,0
НІР _{0,05}	0,14	0,20	0,21	0,16	0,18	0,22

Таким чином, максимальний ефект впливу СПВ та пробіотику *Sviteco PBP* спостерігається на 30 добу після внесення. При внесенні СПВ 1200 та 2400 л/га спостерігається зменшення чисельності неспорової мікрофлори ґрунту, що обумовлено несприятливими умовами для даної групи мікроорганізмів даних доз СПВ. При внесенні пробіотику у розведенні 1:10 спостерігається незначне підвищення неспорової мікрофлори ґрунту, яке складає 2-27% у порівнянні з контролем.

Отже, у результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів в одиниці об'єму ґрунту встановлено, що при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) спостерігається найкращий результат.

Проведені дослідження параметрів мікробіологічних коефіцієнтів інтенсивності протікання ґрунтово-біологічних процесів в ґрунтах при різних дозах внесення СПВ та пробіотику *Sviteco PBP* наведені у табл. 3.9-3.10.

Таблиця 3.9

Мікробіологічні коефіцієнти інтенсивності протікання ґрунтово-біологічних процесів у ґрунті (весняний відбір, середнє за 2022–2024 рр.)

Мікробіологічні коефіцієнти	Варіант досліджу					
	Контроль	Пробіотик 1:10	СПВ 600 л/га+проб. 1:10	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	СПВ 1200 л/га +проб. 1:10	СПВ 2400 л/га +проб. 1:10
15 доба						
Мінералізації–іммобілізації азоту (КАА/МПА)	1,04	0,99	0,78	0,70	0,90	1,02
Педотрофності (ПА/МПА)	0,74	1,21	1,54	1,86	0,98	1,01
Оліготрофності (ГА/МПА)	1,04	0,93	0,75	0,67	0,93	0,99
30 доба						
Мінералізації–іммобілізації азоту (КАА/МПА)	1,03	0,97	0,90	0,73	0,87	0,99
Педотрофності (ПА/МПА)	0,52	1,38	1,71	1,88	1,24	1,13
Оліготрофності (ГА/МПА)	1,01	0,96	0,81	0,65	1,15	1,49
60 доба						
Мінералізації–іммобілізації азоту (КАА/МПА)	1,10	0,97	0,74	0,63	0,87	0,95
Педотрофності (ПА/МПА)	0,75	1,23	1,44	1,73	1,01	0,89
Оліготрофності (ГА/МПА)	1,13	0,97	0,87	0,75	0,96	0,98

Встановлено, що у контрольних зразках і в весняний, і в осінній періоди $IMI > 1$, що свідчить про переважання процесів деструкції органічної речовини над синтезом. На варіанті використання пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) даний показник дещо знизився (на 5-12% у весняний період та на 5-51% у

осінній період) з максимальним ефектом (зменшення на 12% у весняний період та 51% у осінній період) на 60 день.

Таблиця 3.10

Мікробіологічні коефіцієнти інтенсивності протікання ґрунтово-біологічних процесів у ґрунті (осінній відбір, середнє за 2022–2024 рр.)

Мікробіологічні коефіцієнти	Варіант досліджу					
	Контроль	Пробіотик 1:10	СПВ 600 л/га+проб. 1:10	СПВ 900 л/га +проб. 1:10	СПВ 1200 л/га +проб. 1:10	СПВ 2400 л/га +проб. 1:10
15 доба						
Мінералізації–імобілізації азоту (КАА/МПА)	1,10	1,03	0,81	0,76	1,09	1,11
Педотрофності (ПА/МПА)	0,80	1,14	1,37	1,67	1,22	0,81
Оліготрофності (ГА/МПА)	1,12	0,96	0,79	0,71	0,98	1,02
30 доба						
Мінералізації–імобілізації азоту (КАА/МПА)	1,06	1,01	0,97	0,74	0,85	0,95
Педотрофності (ПА/МПА)	0,61	1,28	1,86	1,95	1,61	1,62
Оліготрофності (ГА/МПА)	1,08	0,99	0,98	0,77	0,99	1,12
60 доба						
Мінералізації–імобілізації азоту (КАА/МПА)	1,29	0,64	0,44	0,49	0,45	0,52
Педотрофності (ПА/МПА)	1,02	1,47	1,36	1,53	1,50	0,93
Оліготрофності (ГА/МПА)	2,04	1,69	0,96	0,87	1,03	1,16

При комплексному внесенні СПВ та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) мінімальне значення ІМІ спостерігалось при дозі СПВ 900 л/га, що свідчить про зменшення швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. При чому у весняний період зниження

індексу ІМІ складало 30-42%, у осінній - 30-62% порівняно з контролем, при чому найкращий ефект у порівнянні з контролем відмічено на 60 добу, що пов'язано з позитивною післядією внесення СПВ та пробіотику на ґрунтові мікроценози.

При внесенні СПВ дозою 600 л/га та пробіотику відбуваються позитивні впливи на ґрунтові мікроорганізми (зниження індексу ІМІ у весняний період складало 12-32%, у осінній - 8-65% порівняно з контролем). При збільшенні дози СПВ до 1200 л/га та 2400 л/га спостерігається незначне підвищення ІМІ у порівнянні з дозою СПВ 900 л/га, хоча загалом дані показники були менше одиниці та меншими у порівнянні з контролем. Таким чином, при додаванні пробіотику 1:10 розведення (дозою 100 л/га) та комплексному використанні СПВ дозою 600-2400 л/га покращуються умови для розвитку ґрунтових мікроорганізмів у порівнянні з контролем, у той же час найкращий результат отримано при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику. Також встановлено значну післядію їх впливу і створення сприятливих умов для ґрунтових мікроорганізмів на 60 добу.

Зростання коефіцієнту педотрофності свідчить про збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту. На контрольному зразку і в весняний, і в осінній періоди у більшості випадках $ІП < 1$, що свідчить про низький рівень відновлення гумусу. При застосування пробіотику у розбавленні 1:10 (дозою 100 л/га) даний показник у всіх варіантах був більше 1, при чому у весняний період ІП збільшився на 63-65% у порівнянні з контролем, а в осінній - 42-109%. При комплексному використанні пробіотику та СПВ найкращий ефект спостерігався при дозі СПВ 900 л/га (у весняний період ІП збільшився на 130-261% у порівнянні з контролем, а в осінній - 50-219%), при чому найвище значення відновлення гумусу було на 30 добу в весняний та осінній періоди.

При дозах СПВ вище 1200 л/га спостерігається зниження коефіцієнту педотрофності, що вказує на менш сприятливі умови для розкладу органічної речовини ґрунту, хоча в більшості випадках ІІ був більше 1 та вищим у порівнянні з контролем (при дозі СПВ 1200 л/га на 32-38% у весняний період та 47-119% у осінній період порівняно з контролем, при дозі СПВ 2400 л/га на 18-36% у весняний період та 1-121% у осінній період). Таким чином, максимальні показники коефіцієнту педотрофності по досліді були зафіксовані при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (дозою 100 л/га) на 30 добу після внесення із значною післядією на 60 добу, що відповідає збільшенню інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

Найбільш високі показники коефіцієнту оліготрофності (ІО) спостерігались на контрольному варіанті, при чому у всіх варіантах досліді даний показник бів більше 1, що свідчило про несприятливі деградаційні процеси в ґрунті. При всіх варіантах використання пробіотику і СПВ дозою до 900 л/га на 15, 30 та 60 добу даний показник був кращим порівняно з контролем (ІО<1). Найкращий ефект спостерігався при комплексному використанні дози СПВ 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення дозою 100 л/га (ІО зменшився на 33-35% у весняний період та на 28-57% у осінній період порівняно з контролем), що свідчить про збільшення вмісту доступних для мікроорганізмів поживних речовин і високу забезпеченість елементами живлення.

При збільшенні дози СПВ вище 1200 л/га спостерігається незначне збільшення коефіцієнту оліготрофності, але при цій концентрації СПВ у більшості випадках коефіцієнт оліготрофності менше 1 та значно кращий за контроль, тобто спостерігалась хороша забезпеченість ґрунтової мікробіоти легкозасвоюваними органічними речовинами. Таким чином, можна відзначити, що комплексне використання СПВ та пробіотику збільшує вміст доступних для

мікроорганізмів поживних речовин, але найкращим варіантом виявилася доза СПВ 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10. При чому, хоча найкращий результат зафіксовано на 30 добу, покращення ґрунту елементами живлення спостерігається і на 15 добу, що пов'язано з активною дією пробіотиків, і на 60 добу, що обумовлено післядією СПВ (збільшення поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів).

Серед показників ґрунту які підтверджують дані про мікробіологічну активність є ферментативна активність [331-333]. Тому наступним кроком нашого дослідження було вивчення основних ґрунтових ферментів при різних варіантах досліду в весняний та осінній періоди.

Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів свідчать про те, що в ґрунті знаходиться різноманітний асортимент ферментів. 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 [334]. Ферменти в ґрунті належать не тільки мікробам, грибам, актиноміцетам, водоростям, але значною мірою і вищими рослинами, маса яких у декілька разів перевершує мікронаселення ґрунту. Встановлено також, що мікроорганізми виділяють у субстрат більш активні ферменти, ніж вищі рослини [294].

Виділяють клас ферментів синтаз, що беруть участь у синтезі сполук, і ферментів гідролаз, ліаз і інших, що беруть участь у процесі розпаду органічних речовин у ґрунті [335].

На розмір ферментативної активності позитивно впливають мінеральні й органічні добрива та різко негативно агрохімікати [336]. Відзначено також, що активність ферментів у ґрунті не корелює з якоюсь певною групою мікроорганізмів. У посиленні активності ферментів більш важливу роль грає не чисельність, а активність мікроорганізмів.

Із основних ґрунтових ферментів можна виділити уреазу, поліфенолоксидазу, каталазу та пероксидазу [332]. Уреаза - входить у групу амідаз-ферментів, які викликають рідролітичне розчеплення зв'язків між азотом і вуглеводом у молекулах органічних сполук. Її дія суворо специфічна: розчеплює тільки сечовину, кінцевим продуктом якої є вуглекислий газ і аміак. Уреаза знайдена у багатьох видів бактерій, грибів і вищих рослина тому вона може бути показником загальної біологічної активності ґрунту.

Поліфенолоксидаза - каталізує окислення монофенолів, ди- і трифенолів в хінони. Даний фермент відіграє велику роль у перетворенні органічних сполук ароматичного ряду в компоненти гумусу [337]. Первинна молекула гумінової кислоти утворюється під час конденсації хінонів з амінокислотами і пептидами. Подальші ускладнення молекули гумінової кислоти відбувається за рахунок повторних конденсацій. Реакція конденсації азотних сполук з іншими сполуками можлива тільки при участі хінонів [338].

Пероксидаза діє на поліфенольні сполуки, які знаходяться у вільному стані або у формі складних сполук - глюкозидів, дубільних речовин і ароматичних амінів. Каталітична активність пероксидази тісно пов'язана з залізом, яке приймає участь в переносі електронів [263; 339].

Під час проведення польових дослідів за всі роки досліджень (2022-2024 рр.) нами визначалася ферментативна активність ґрунту після внесення різних доз СПВ (600-2400 л/га) та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) на 30 добу після внесення. Експериментально отримані дані наведені в таблиці 3.11.

Встановлено, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 30 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреазу), в дозі СПВ 600 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 - практично не змінює загальну біологічну активність ґрунту, а в дозі СПВ 1200

л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 спостерігається незначне погіршення поліфенолоксидази, пероксидази у весняний період та поліфенолоксидази, пероксидази та уреази в осінній період.

Таблиця 3.11

Ферментативна активність ґрунту після обробки ґрунту СПВ та
пробіотиком *Sviteco PBP* (середнє за 2022-2024 рр.)

Варіанти	Поліфенолоксидаза	Пероксидаза	Каталаза	Уреаза
весняний відбір				
Контроль	5,6	4,1	6,5	14,3
СПВ 600+проб. 1:10	5,8	3,9	6,6	14,2
СПВ 900+проб. 1:10	5,9	4,1	6,9	14,7
СПВ 1200+проб. 1:10	5,5	3,9	6,7	14,4
НІР _{0,05}	0,7	0,5	0,8	0,5
осінній відбір				
Контроль	5,3	3,9	5,2	12,1
СПВ 600+проб. 1:10	5,4	3,8	5,2	12,3
СПВ 900+проб. 1:10	5,7	4,0	5,7	12,9
СПВ 1200+проб. 1:10	4,3	3,8	5,3	11,4
НІР _{0,05}	0,5	0,8	0,7	0,6

Таким чином, встановлено, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, сприяє збільшенню поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, а також інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

Висновки до 3 розділу.

1. На основі проведеного дослідження інтенсивності протікання мікробіологічних процесів за умов внесення пробіотичного препарату *Sviteco PBP* різної концентрації (розбавлення 1:10, 1:100, 1:1000) встановлено, що найкращим варіантом досліду і у весінній, і у осінній періоди, для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів, був варіант з концентрацією розведення пробіотичних препаратів 1:10 та нормою внесення робочого розчину 100 л/га. У даному варіанті досліду загальна чисельність всіх груп ґрунтових бактерій підвищувалася на 33% у весняний та на 25% у осінній періоди у порівнянні з контролем. Кількість педотрофних мікроорганізмів зросла при внесенні пробіотику розбавленням 1:10 на 47-78% на 15 день внесення та на 50-173% на 30 день відповідно у порівнянні з контролем. Кількість амоніфікуючих бактерій при внесенні пробіотику розведенням 1:10 збільшується на 3-17% у весняний період та на 7-38% у осінній період порівняно з контролем, а при розведенні 1:100 та 1:1000 суттєве збільшення кількості амоніфікуючих бактерій спостерігається тільки при дозі 100 л/га.

2. За результатами аналізу коефіцієнтів мінералізації–імобілізації, оліготрофності та педотрофності встановлено, що використання пробіотику сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів і зменшенню швидкості розкладання гумусу. Найкращі показники коефіцієнтів педотрофності та оліготрофності по досліді були зафіксовані при внесенні пробіотику дозою 100 л/га та розбавлення 1:10 на 30 добу після внесення, що відповідає збільшенню інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

3. Обґрунтовано, що сукупний вплив супутньо-пластової влоди та пробіотику *Sviteco PBP* на мікробний ценоз ґрунту залежить як від дози

внесення, так і часу післядії. Визначено, що найкращим варіантом досліду і у весінній, і у осінній періоди для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів є варіант з концентрацією СПВ 900 л/га та пробіотиком *Sviteco PBP* розведення 1:10 (дозою 100 л/га). Найактивніший вплив проявляється на 30 день після внесення.

4. Встановлено, що найбільшу активність для педотрофних мікроорганізмів має комплексне використання СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення 100 л/га на 30 день після внесення (кількість педотрофних мікроорганізмів зростає на 354-401% у порівнянні з контролем). При комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (дозою 100 л/га) чисельність амоніфікуючих бактерій зростає на 39-55% у весняний період та 42-111% у осінній період порівняно з контролем.

5. Обґрунтовано, що при комплексному внесенні СПВ та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) мінімальне значення коефіцієнту мінералізації–імобілізації спостерігалось при дозі СПВ 900 л/га, що свідчить про створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. Визначено, що максимальні показники коефіцієнту педотрофності по досліду були зафіксовані при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (дозою 100 л/га) на 30 добу після внесення із значною післядією на 60 добу. Найкращі значення показника оліготрофності виявлені при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення дозою 100 л/га (ІО зменшився на 33-35% у весняний період та на 28-57% у осінній період порівняно з контролем). Таким чином суміш СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) може бути використана як екологіобезпечне добриво в органічному землеробстві, що сприятиме покращенню ґрунтового-біологічних показників.

6. Встановлено, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 30 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреаз), в дозі СПВ 600 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 - практично не змінює загальну біологічну активність ґрунту, а в дозі СПВ 1200 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 спостерігається незначне погіршення поліфенолоксидази, пероксидази у весняний період та поліфенолоксидази, пероксидази та уреаз в осінній період. Таким чином підтверджено, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, сприяє збільшенню поживних речовин для різних екологіо-трофічних груп мікроорганізмів, а також інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

Основні результати проведеного дослідження опубліковані в працях [351; 353; 354; 358; 366; 545].

РОЗДІЛ 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ДОБРИВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

4.1 Використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів для покращання якості органічних добрив

Сьогоднішній стан аграрного виробництва вимагає відмови від простої фіксації шкоди довкіллю через агрохімікати. Пріоритетом має стати недопущення негативних наслідків шляхом впровадження науково доведених екологічних підходів, що гарантують безпеку природи та населення. Щоб забезпечити стабільний розвиток агропідприємств у сучасних умовах, при обмеженні хімічних ресурсів, необхідно частково замінювати їх економними альтернативами. Такі заходи мають ґрунтуватися на природній здатності екосистем до самостійної регенерації

Інтенсивне землеробство, яке забезпечує отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, прискорює винос поживних речовин з ґрунту і мінералізацію гумусу. Регулювання цього процесу стає можливим тільки завдяки внесенню добрив, тому біля 60% поживних речовин вносять у ґрунт з мінеральними добривами [340]. Але на відміну від органічних добрив мінеральні можуть містити у своєму складі небезпечні біохімічно активні речовини, що може завдати шкоди екологічній стабільності агробіоценозу.

У складі гною зазвичай міститься чверть сухого залишку, а решта 75% припадає на вологу. Тонна такого добрива в середньому концентрує 0,5% сполук азоту, 0,25% — фосфору, 0,6% — калію та 0,35% — кальцію [106]. Крім того, воно постачає мікроелементи: марганець (30–50 г), бор (3–5 г), мідь (3–4 г), цинк (15–25 г) та молібден (0,3–0,5 г). Разом із поживними компонентами у ґрунт потрапляє значна біомаса мікробів — приблизно 10–15 кг на кожен тону.

Така органічна основа слугує паливом для ґрунтової біоти, що стимулює фіксацію азоту та інші біопроцеси. Проте гектарна норма внесення може одночасно засмітити ріллю, додавши до 100 млн одиниць насіння бур'янів.

Перевага застосування супутньо-пластових вод у поєднанні з пробіотиками полягає в наявності до 3% нафтових фракцій, які при контакті з гноєм мінімізують випаровування аміаку [100]. Завдяки специфічним природним властивостям, СПВ насичує органіку не лише основними поживними компонентами, а й дефіцитними мікроелементами, концентрація яких у чистому гної зазвичай є низькою.

Під час використання супутньо-пластової води та пробіотику для обробки буртів гною, відбувається цілий ряд позитивних змін як в якісному складі, так і фітосанітарному стані останнього. Супутньо-пластова вода сприяє зменшенню схожості насіння бур'янів під час зберігання гною, а також покращує хімічний склад гною, пробіотики ж знезаражують гній від патогенних мікроорганізмів, у той же час сприяють розвитку мікрофлори, що опосередковано покращує якісні характеристики гною [121].

Для перевірки даного припущення на першому етапі досліджу було закладено контрольний варіант отримання гною ВРХ по стандартній технології (компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців) та запропонований інноваційний біологічний метод з комплексним використанням супутньо-пластової води та пробіотику (*Sviteco PBP*) на період 3 місяці.

Для визначення оптимальної дози пробіотику закладено попередньо експерименти на 3 місяці з різною концентрацією пробіотику *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т у гної (у 3-х кратній повторюваності):

- варіант 1 - контроль – отримання гною ВРХ по стандартній технології (компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців) ;
- варіант 2 - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (нативний);

- варіант 3 - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 10%);
- варіант 4 - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 1%);
- варіант 5 - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,1%);
- варіант 6 – пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,01%);
- варіант 7 – пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,001%);
- варіант 8 – пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,0001%).

Бактеріологічний аналіз показав, що тримісячне дозрівання добрива за розробленою схемою із застосуванням нерозведеного або 10%-го біопрепарату суттєво мінімізує кількість патогенів. Зокрема, такі збудники, як кишкова паличка та сальмонела, повністю зникли (рис. 4.1). При використанні слабших розчинів (1% та 0,1%) *Sviteco PBP* ефект очищення був менш вираженим. Завдяки наявності бактерій роду *Bacillus*, які виступають природними антагоністами грибів, цей пробіотик значно зменшує популяцію хвороботворних грибків у самому компості та в субстраті після удобрення (рис. 4.2).

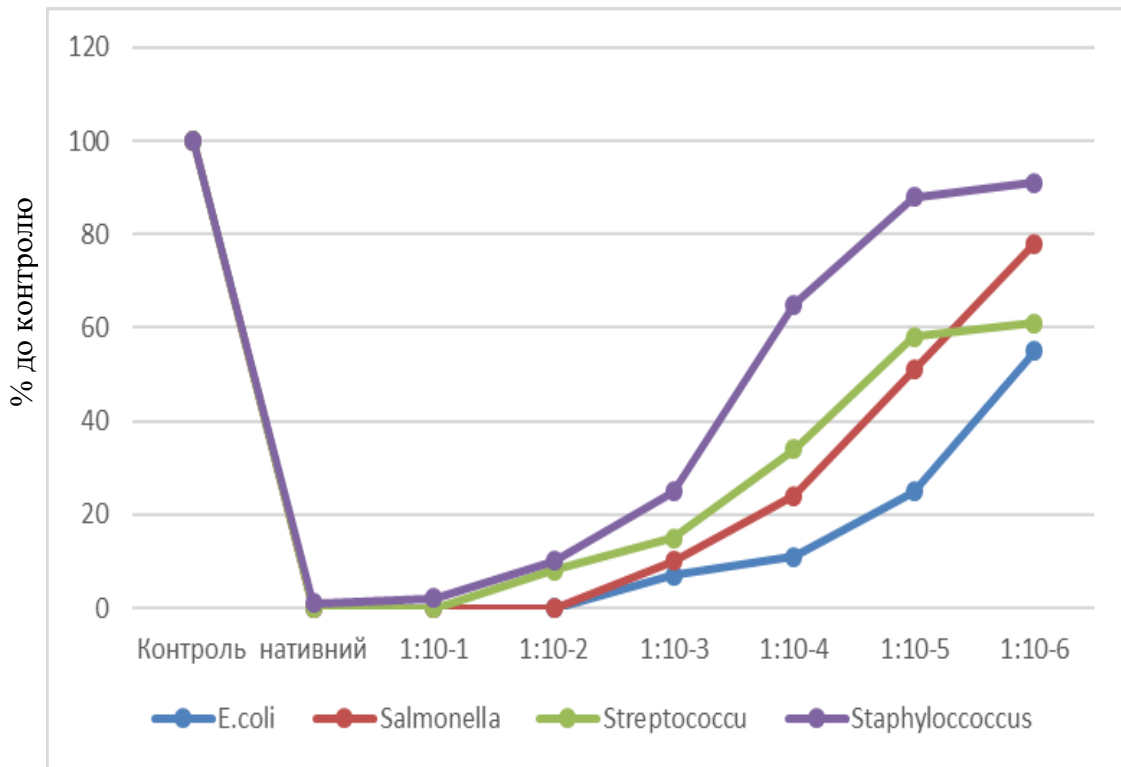


Рис. 4.1 - Використання різної концентрації пробіотику (*Sviteco PBP*) дозою 100 л/т для знезараження гною

За результатами мікологічних досліджень зразків (варіанти 1 і 3) встановлено, що загальна кількість грибів у зразках варіювала в межах від 162 тис/г органічної суміші (варіант 1 - контроль) до 206,9 тис/г (варіант 3 – пробіотик *Sviteco PBP* 10% розбавлення дозою 100 л/га). Частка патогенних грибів становила 1,1% (варіант 3) та 18,5% на контролі (варіант 1). Визначено, що кількість патогенних грибів у гної після обробки пробіотиком *Sviteco PBP* у варіанті 3 була менша на 92% (рис. 4.3).

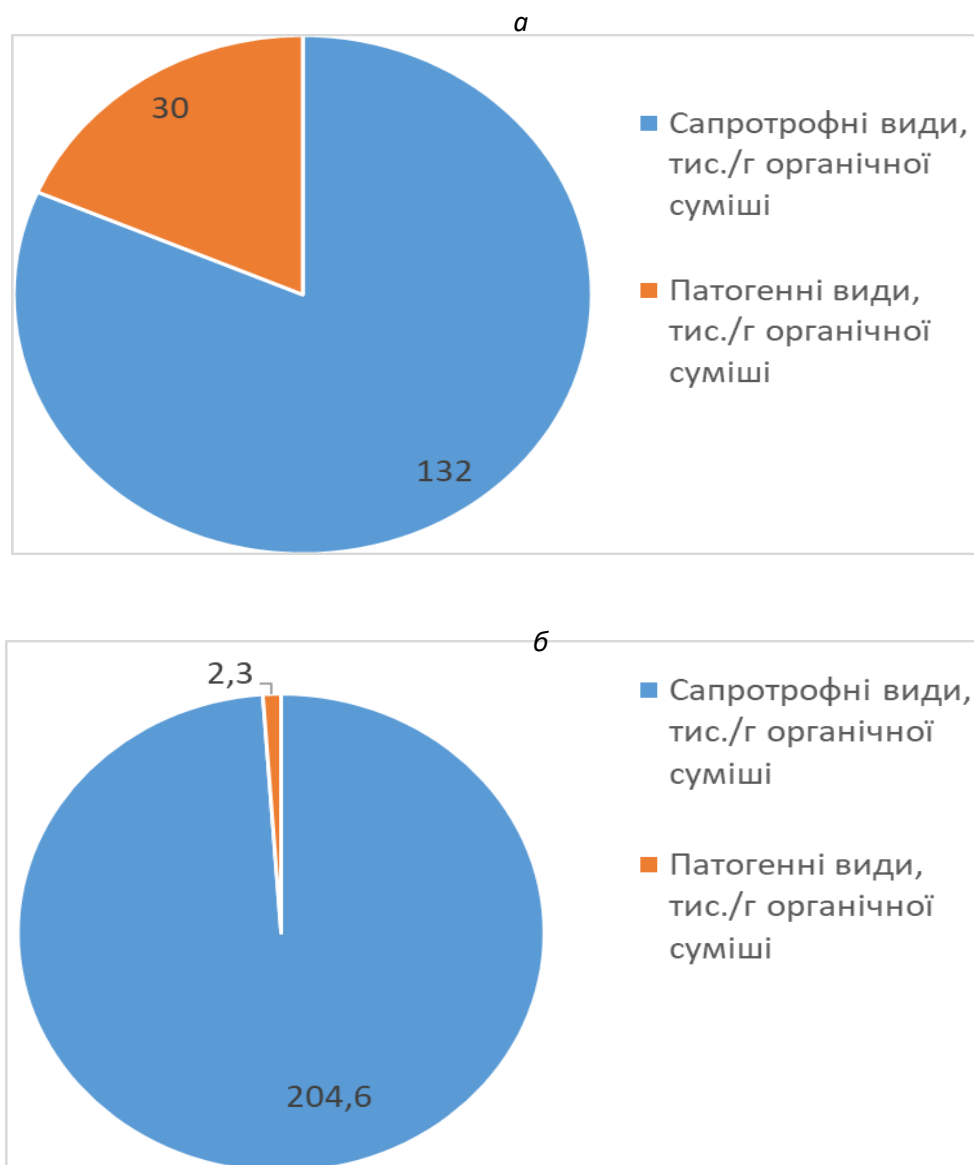


Рис. 4.2 - Вміст загальної кількості грибів після знезараження гною:
а – контрольний зразок (отримання гною по стандартній технології);
б - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлений 10%)

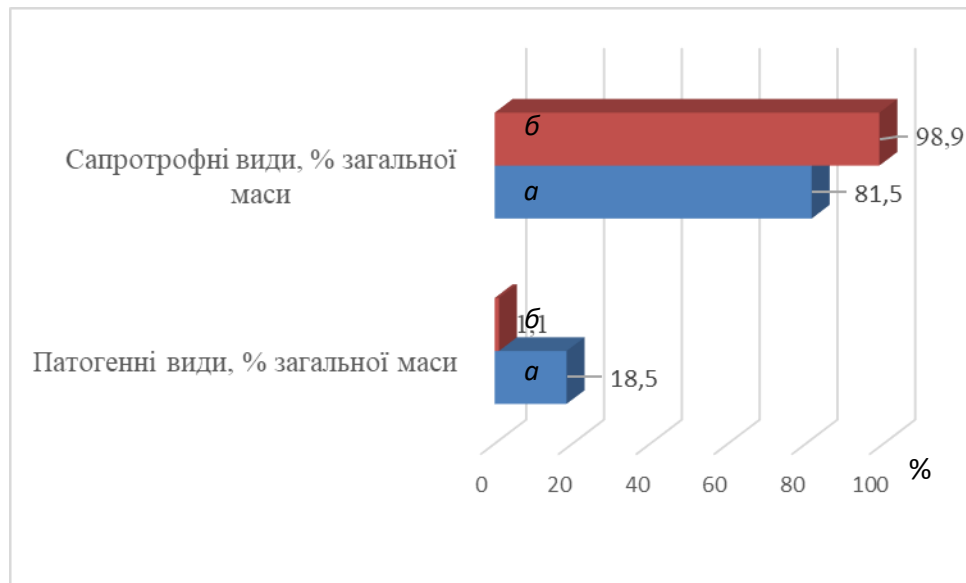


Рис. 4.3 – Відсоток вмісту патогенних та сапротрофних грибів після знезараження гною:

а – контрольний зразок (отримання гною по стандартній технології);

б - пробіотик *Sviteco PBP* об'ємом 100 л/т (розбавлення 10%)

Таким чином для подальших досліджень розглядалася концентрація пробіотику (*Sviteco PBP*) у розбавленні 10% об'ємом 100 л/т.

Для визначення комплексної дії СПВ та пробіотику закладено попередньо експерименти на 3 місяці з різною концентрацією СПВ 150 л/т тонну; 200 л/тонну; 250 л/ тонну; 300 л/ тонну. Таким чином, закладені наступні варіанти:

- варіант 1 - контроль – отримання гною ВРХ по стандартній технології (відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців);

- варіанти 2-5 – СПВ дозою 150 л/т тонну; 200 л/тонну; 250 л/ тонну; 300 л/ тонну відповідно;

- варіант 6 – СПВ дозою 150 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);

- варіант 7 - СПВ дозою 200 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);

- варіант 8 - СПВ дозою 250 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);

- варіант 9 - СПВ дозою 300 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10).

Для визначення дії різних доз СПВ та пробіотику на життєздатність насіння бур'янів і культурних рослин у день закладки досліду в компости були закладені в мішочках насіння різних рослин з різною вихідною схожістю: щиреця (53%), триреберник (60%), осот польовий (13%), пирій повзучий (47%), лобода біла (56%), редька дика (74%). З культурних рослин вивчали озиму пшеницю (88%), кукурудзу (93%), горох (77%), цукрові буряки (78%).

Насіння культурних рослин, які використовували в дослідках, після 3-х місяців зберігання втратили свою схожість. Після 3-х місяців зберігання у варіанті де застосовували СПВ (250 л/т) та пробіотик (100 л/т, 10% розведення), насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизилася (табл. 4.1). Ефективність зниження схожості бур'янів при різних варіантах досліду відображено на рис. 4.4.

Таблиця 4.1

Схожість насіння бур'янів до та після обробки гною СПВ різної концентрації та пробіотиком *Sviteco PBP* (100 л/т, 10% розведення)

<i>Варіант</i>	<i>Щиреця</i>	<i>Трире- берник</i>	<i>Осот польовий</i>	<i>Пирій повзучий</i>	<i>Лобода біла</i>	<i>Редька дика</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Контроль. Схожість насіння бур'янів до обробки буртів СПВ та пробіотиком	53	60	13	47	56	74
Варіант 1. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 6-х місяців зберігання по стандартній технології	46	39	13	42	50	57
Варіант 2. Схожість насіння бур'янів в оброблених СПВ буртів після 3-х місяців зберігання (доза 150 л/т)	42	35	8	40	42	50
Варіант 3. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 200 л/т)	40	32	6	35	25	24

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Варіант 4.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 250 л/т)	22	20	0,6	25	0,7	0,8
Варіант 5.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 300 л/т)	28	25	9	38	27	4
Варіант 6.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 150 л/т) та пробіотику (1:10)	40	33	7	30	41	25
Варіант 7.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 200 л/т) та пробіотику (1:10)	38	30	6	28	21	21
Варіант 8.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 250 л/т) та пробіотику (1:10)	18	15	0,3	18	0,3	0,4
Варіант 9.Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 3-х місяців зберігання (доза 300 л/т) та пробіотику (1:10)	25	21	9	31	25	2

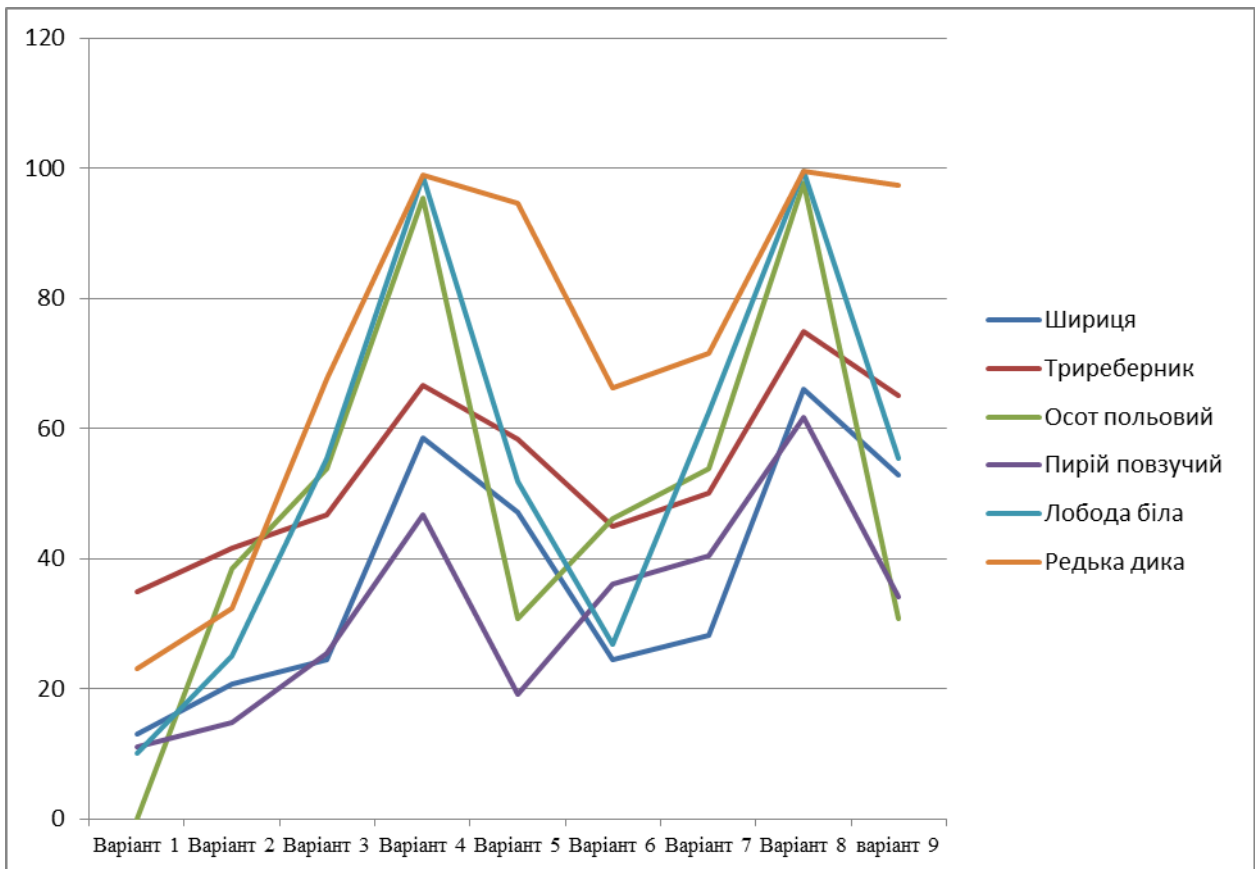


Рис. 4.4 – Ефективність зниження схожості бур'янів при різних варіантах дослідження (при різній концентрації СПВ)

На контролі зниження схожості бур'янів після обробки 6 місяців по стандартній технології склало: шириця на 13%, триреберник на 35%, пирій повзучий на 11%, лобода біла на 10%, редька дика на 23%, осот польовий не втратив свою схожість. У той же час найкращі дані по зниженню схожості бур'янів отримано після обробки 3 місяців на 4 та 8 варіанті, при дозі СПВ 250 л/тонну, при цьому варіант 8 з додаванням пробіотику посилює синергічний ефект (рис. 4.5). Після 3-х місяців зберігання у запропонованому варіанті насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизил (до 60% у порівнянні з контролем).

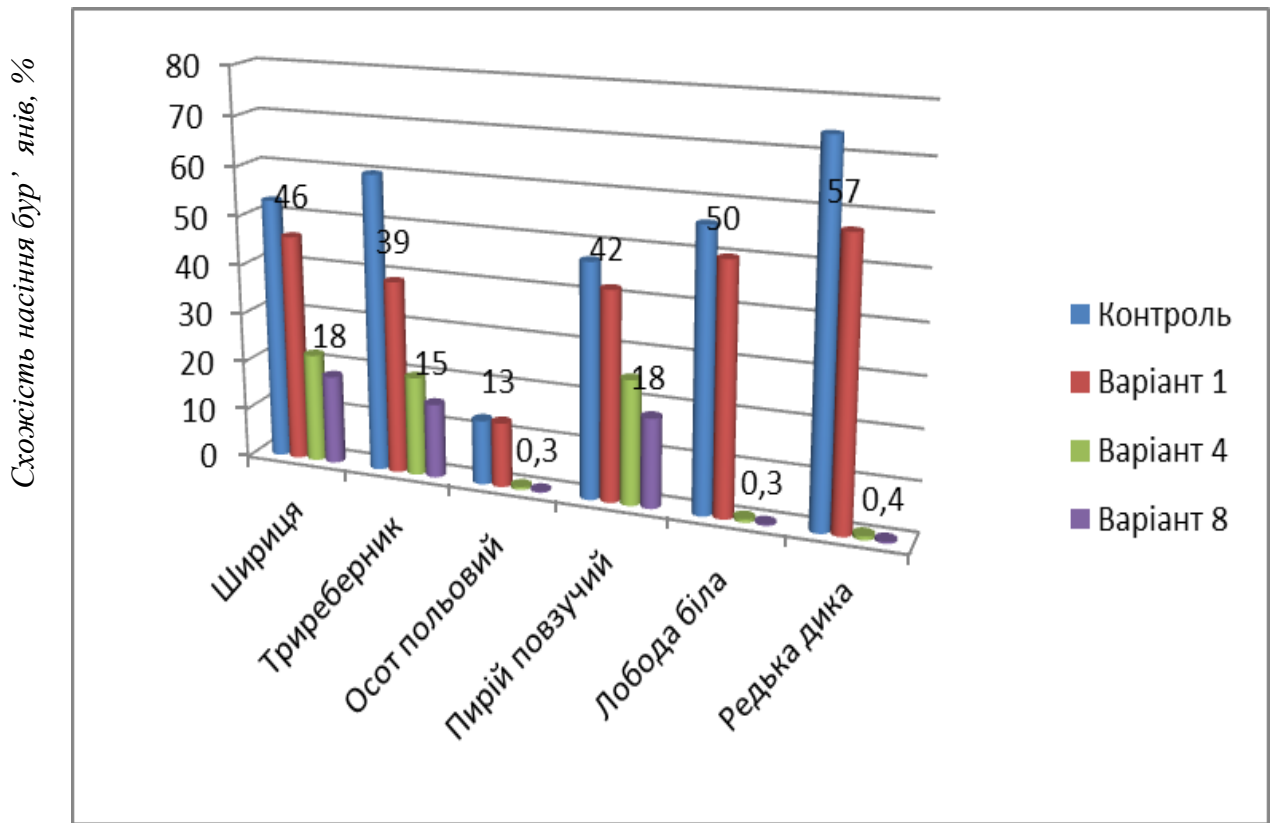


Рис. 4.5 - Схожість насіння бур'янів в оброблених супутньо-пластовою водою (250 л/тонну) та пробіотиком *Sviteco PBP* (100 л/тонну, 1:10) буртів після 3-х місяців зберігання у порівнянні з контролем

Крім значного зменшення засміченості гною насінням бур'янів, використання СПВ та пробіотику змінює хімічний склад гною. Хоча супутньо-пластова вода не містять у собі великих концентрацій основних елементів мінерального живлення, вони є цінним природним джерелом великої кількості мікроелементів (як і пробіотик), які позитивно впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур (рис. 4.6).

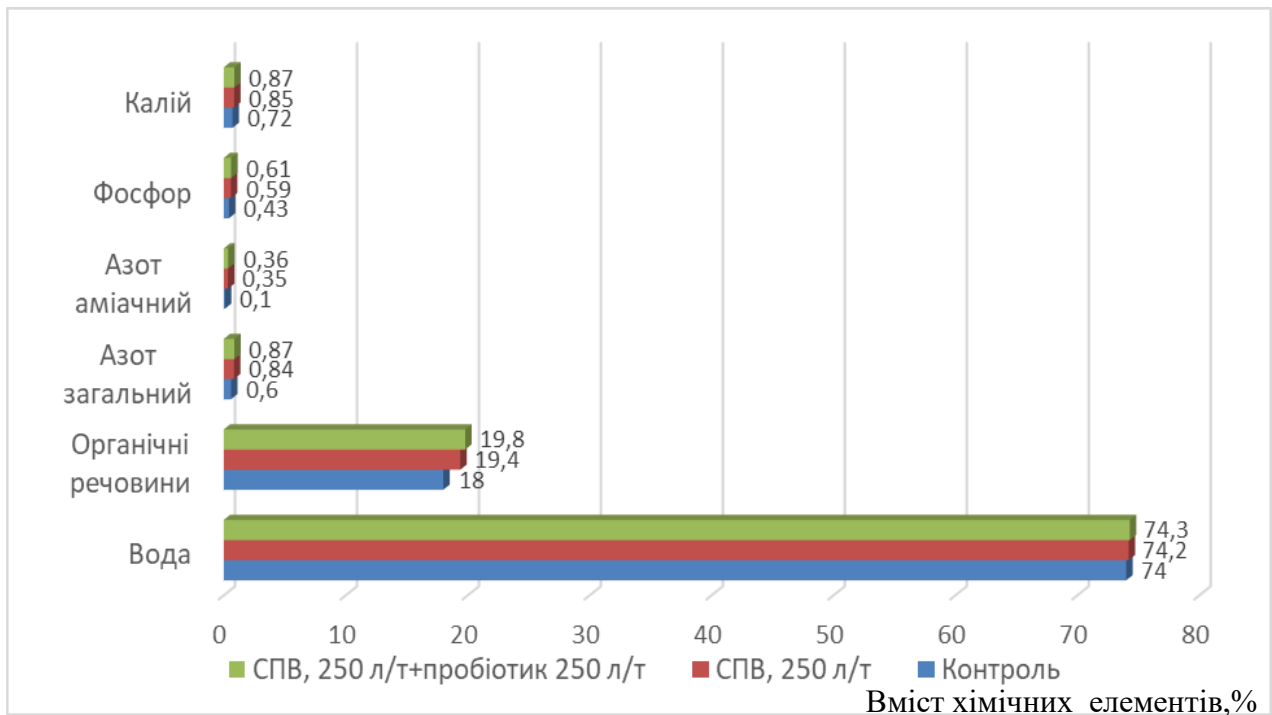


Рис. 4.6 - Вплив різних методів обробки гною на його хімічний склад

Дані з графіка 4.6 підтверджують значне зростання концентрації органіки та основних елементів при внесенні 250 л/т пластової води. Зокрема, рівень органічної речовини сягнув 19,4%, загального азоту — 0,84%, аміачного — 0,35%, фосфору — 0,59% та калію — 0,85% (проти 18,0%; 0,60%; 0,10%; 0,43% та 0,72% у контрольних зразках). Водночас поєднання такої дози СПВ із 10%-м пробіотиком (100 л/т) забезпечує ще вищі показники завдяки оптимізації мікробного середовища (див. підрозділ 3.1): вміст органіки зростає до 19,8%, азоту — до 0,87%, фосфору — до 0,61% та калію — до 0,87%.

Таким чином, комплексне використання супутньо-пластової води у дозі 250 л/т та пробіотику об'ємом 100 л/т (розбавлення 10%) дозволяє знищити рудеральну рослинність яка росте на буртах і збагачує гній на насіння бур'янів, значно знизити схожість насіння бур'янів яке вже міститься у органічних відходах тваринництва, підвищити поживність за рахунок його збагачення на мікроелементи, вміст яких у деяких ґрунтах надто низький, а також повністю

зnezаразити гній від патогенних мікроорганізмів та грибів. Всі ці переваги дають можливість отримати за допомогою СПВ та пробіотику *Sviteco PBP* високоякісне органічне добриво яке не засмічує ґрунт насінням бур'янів, на відміну від необробленого по даній технології гною, і дозволяє оптимізувати поживних режим ґрунту.

Для визначення ефективності запропонованої технології обробки гною (суміш СПВ дозою 250 л/т та пробіотику *Sviteco PBP* дозою 100 л/т (розбавлення 10%), закладання 3 місяці) проведено польове дослідження протягом 2022-2024 рр. у порівнянні з контролем (компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців). Органічні добрива вносили восени перед посівом кукурудзи. Усереднені результати представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Урожайність кукурудзи після внесення гною, отриманого за різною технологією (середнє за роки досліджень 2022-2024 рр.)

Варіанти дослідю	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Контроль (без внесення добрив)	54,1	-	-
Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців	62,3	8,2	15,2
Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	79,2	25,1	46,4
НІР 0,05	3,1		

Таким чином встановлено, що використання запропонованої технології обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик *Sviteco PBP* дозою 100 л/т, розбавлення 10%) дозволяє підвищити урожайність на 53,6%, що на 35,4% вище у порівнянні з стандартною технологією отримання гною.

Отже, у результаті проведених досліджень запропоновано технологію отримання високоякісних органічних добрив з використанням інноваційного біологічного методу - комплексного використання СПВ при концентрації 250 л/т та пробіотику дозою 100 л/т (10% розведення). За результатами досліджень встановлено, що рівень патогенних мікроорганізмів при застосуванні запропонованої методики знизився на 98-100%, вміст патогенних грибів знизився на 88% порівняно з контролем. Після 3-х місяців зберігання у запропонованому варіанті насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизил (до 60% у порівнянні з контролем). Визначено також позитивний вплив даного методу на хімічний склад гною. Зокрема, вміст калію збільшився на 20,8%, фосфору - 41,8%, азоту загального - 45,8%, органічної речовини - 10%.

4.2 Використання суміші супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах кукурудзи

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що актуалізує питання підтримки стійкості, використання природного потенціалу агроекосистем. У зв'язку з цим зростає роль пробіотиків як інструменту регенерації ґрунтової родючості. У цьому аспекті доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у системі сталого функціонування агроекосистем. Тому на наступному етапі проведено польові дослідження щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику (відповідно попередніх досліджень). Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову

воду та пробіотик за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Яке зазначалося раніше, до складу СПВ входить велика кількість хімічних елементів у тому числі макро- та мікроелементи, пробіотики (зокрема за рахунок вмісту бактерій роду *Bacillus*) дозволяють знизити вміст патогенних мікроорганізмів та сприяти розвитку необхідних для рослин мікроценозів. Польові дослідження щодо комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розведення, відповідно попередніх досліджень [106]) та СПВ (при нормах внесення 900-2400 л/га) на посівах кукурудзи проводили протягом 2022-2024 рр. (рис. 4.7, табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Вплив обробки суміші СПВ та пробіотику на продуктивність посівів кукурудзи (середнє за 2022-2024 рр.)

Варіанти досліджу	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Контроль (без СПВ та пробіотику)	49,5	-	-
СПВ 900 л/га	68,8	19,3	39,0
СПВ 1200 л/га	61,1	11,6	23,4
СПВ 2400 л/га	56,2	6,7	13,5
СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	72,2	22,7	45,9
СПВ 1200 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	62,0	12,5	25,3
СПВ 2400 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	57,6	8,1	16,4
N₅₀P₅₀K₅₀	60,8	11,3	22,8
НІР 0,05	2,3		

Дослідження запропонованого основного добрива у вигляді суміші СПВ та пробіотику протягом 2022-2024 рр. проведено на посівах кукурудзи.

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 приріст урожаю за роки досліджень у розмірі 45,9% (рис. 4.7).

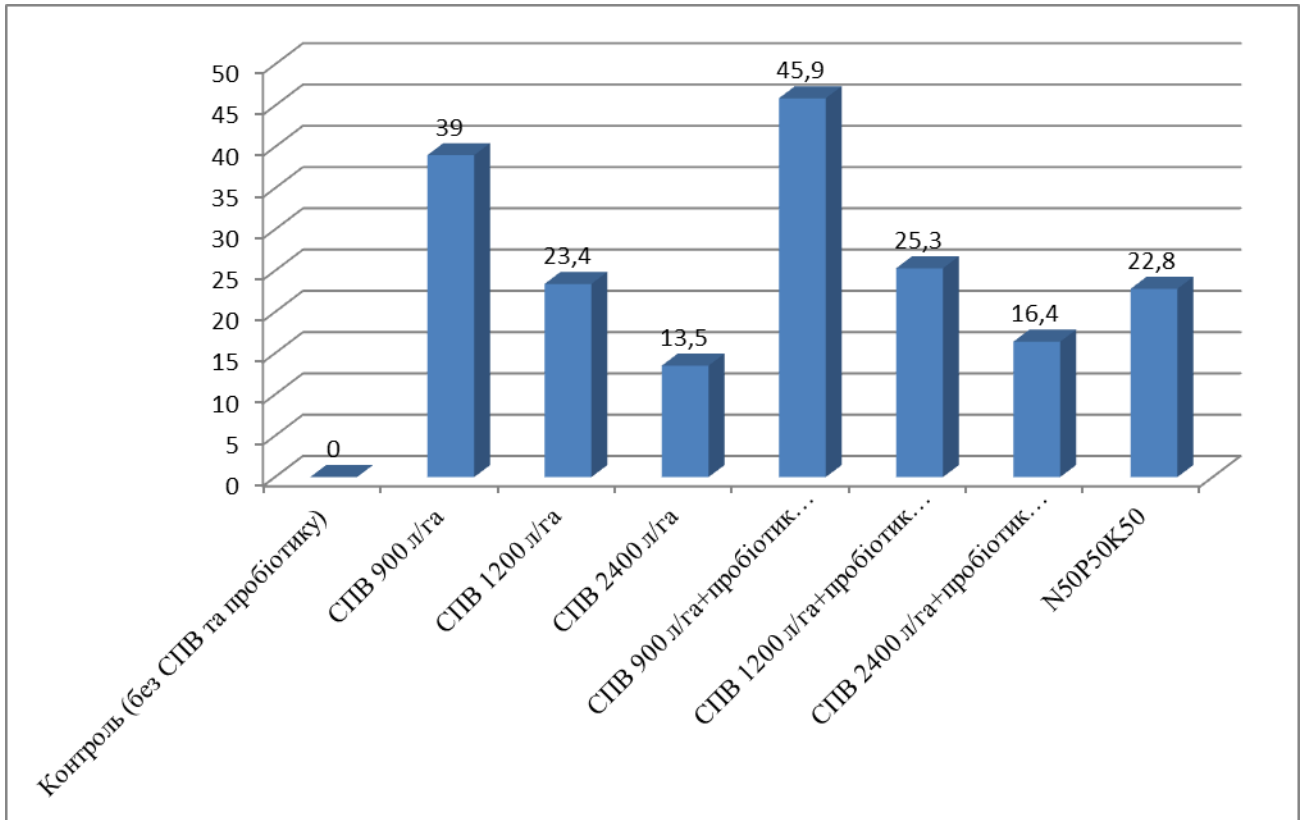


Рис. 4.7 - Приріст урожаю кукурудзи при комплексному використанні пробіотику 100 л/га, 10% розведення та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Загалом, як видно з табл.4.3, внесення суміші СПВ різної концентрації та пробіотику на посівах кукурудзи призводить до значного підвищення урожайності. Так використання норми внесення СПВ 900, 1200 та 2400 л/га підвищило урожайність на 19,3, 11,6 та 6,7 ц/га (на 39,0%, 23,4% та 13,5% відповідно, у порівнянні з контролем).

Але комплексне використання даних концентрацій СПВ (900, 1200 та 2400 л/га) з пробіотиком (100 л/га, 10% розведення) дозволило підвищити урожайність: 22,7, 12,5 та 8,1 ц/га (на 45,9%, 25,3% та 16,4% відповідно, у порівнянні з контролем). Використання мінеральних добрив $N_{50}P_{50}K_{50}$ дозволило підвищити урожайність на 11,3 ц/га, тобто на 22,8% у порівнянні з контролем, що дещо нижче (на 23,1%) у порівнянні з найкращим варіантом – СПВ дозою 900 л/га та пробіотик дозою 100 л/га (10% розведення).

Таким чином, найкращий ефект отримано при використанні суміші СПВ дозою 900 л/га та пробіотику (дозою 100 л/га, 10% розведення) у якості основного добрива.

Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що внесення СПВ та пробіотику сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту, середнє значення за роки досліджень (2022-2024 рр.)

Варіант досліджу	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

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. Відмічено і значне підвищення життєдіяльності і олігонітрофільних мікроорганізмів, які використовують низькі концентрації мономерів і завершують мінералізацію органічних решток. Питома вага мікроорганізмів в 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 дозою 100 л/га дане значення склало 19.2 ± 0.90 млн.

В біологічному кругообігу поживних речовин, зокрема азоту, відіграють важливу роль амоніфікатори та азотфіксатори. Динаміку чисельності цих груп ґрунтових мікроорганізмів при різних варіантах внесення добрив у порівнянні з контролем наведено на рис. 4.8-4.9. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні супутньо-пластової води та пробіотику збільшується після внесення (з максимальною чисельністю на 15-30 день), потім на протязі послідуєчих місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій.

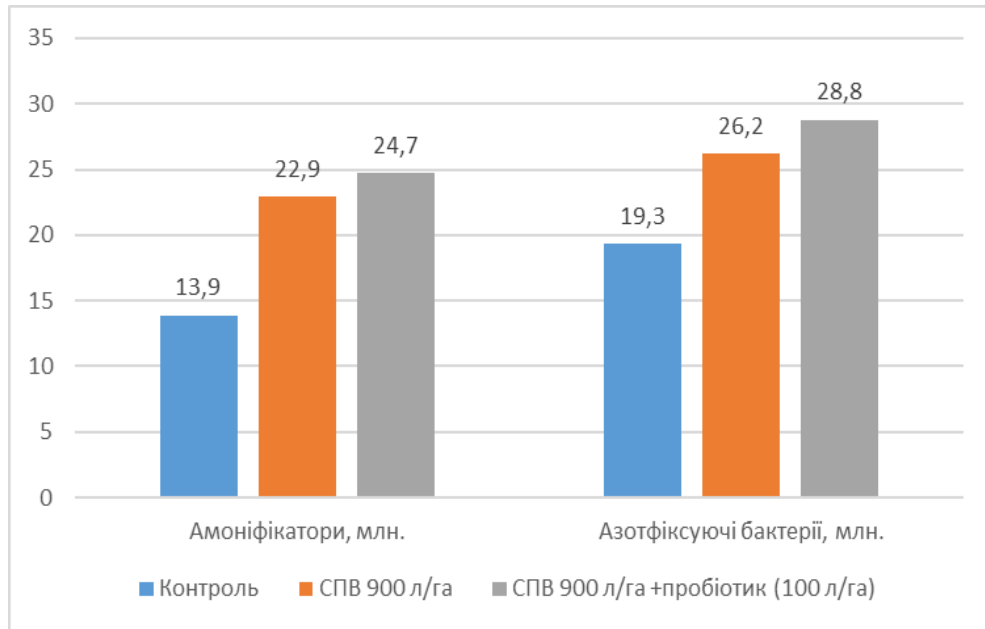


Рис. 4.8 - Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 30 добу після внесення (усереднені дані за 2022-2024 рр., контроль - без використання супутньо-пластової води та пробіотику (використання питної води))

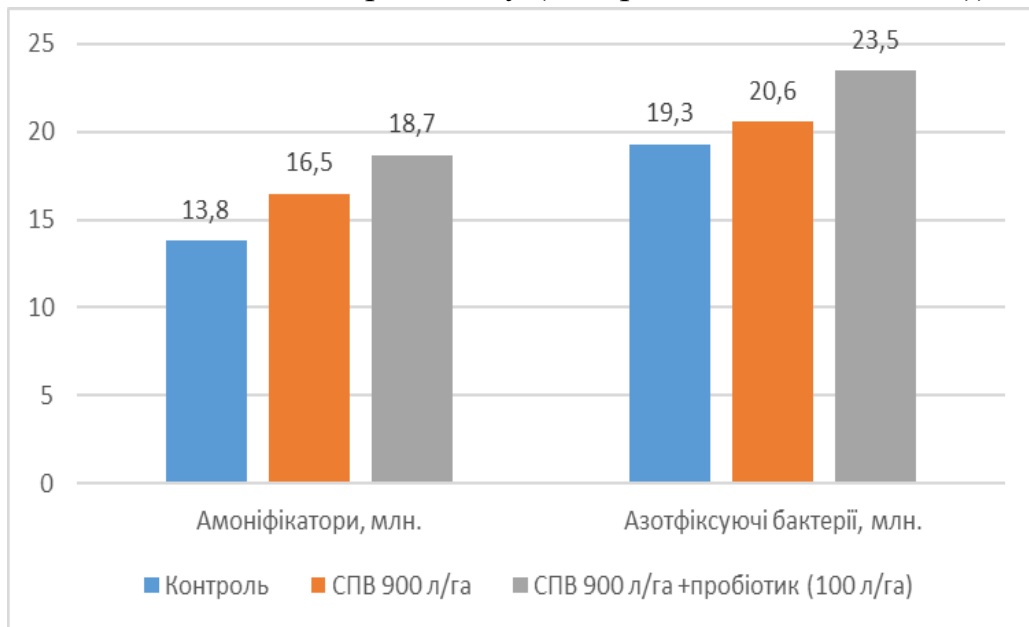


Рис. 4.9 - Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 60 добу після внесення (усереднені дані за 2022-2024 рр., контроль - без СПВ та пробіотику(використання питної води))

Також протягом 2022-2024 рр. проведено дослідження щодо зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику у якості органічного добрива на посівах кукурудзи.

Під структурою ґрунту розуміють сукупність агрегатів різної величини, форми, міцності і зв'язності, властивих даному ґрунту. Ґрунтовий агрегат - це сукупність первинних часточок або мікроагрегатів, з'єднаних між собою внаслідок коагуляції колоїдів, склеювання, злипання. Властивість ґрунту розпадатися на окремі часточки або агрегати називають структурністю ґрунту [341]. Існує два поняття структури ґрунту - морфологічне і агрономічне. В морфологічному розумінні хорошою структурою буде горіхувата, стовпчаста, призмоподібна, пластинчата тощо. В агрономічному розумінні цінною буде така структура, яка забезпечує оптимальні умови водного і повітряного режимів ґрунту. Це дрібногрудкувата і зерниста [342].

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.

В наших дослідках суміш СПВ і пробіотику вносили як основне добриво під основний обробіток ґрунту нормами: СПВ 900, 1200, 2400 л/га: пробіотик – 100 л/га (10% розбавлення).

Відомо, що супутньо-пластова вода містить в собі значну кількість мінеральних елементів та неорганічних сполук, зокрема сульфатів і хлоридів, тому важливим питанням є дослідити її вплив у суміші з пробіотиком на структуру і водотривкість ґрунтових агрегатів.

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 4.5.

Аналізуючи дані, наведені в табл. 4.5, можна зробити висновок, що при збільшенні дози супутньо-пластової води вище 1200 л/га спостерігається негативна дія на структуру ґрунту, особливо верхнього шару – 0-10 см (при внесенні СПВ дозою 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.

Таблиця 4.5

Структурний стан ґрунту після внесення суміші СПВ та пробіотику на посівах кукурудзи (усереднені дані за 2022-2024 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 дослідження встановлено, що водотривкість ґрунтових агрегатів також значно залежала від дози внесення супутньо-пластової води. При використанні дози СПВ дозою 2400 л/га водотривкість ґрунтових агрегатів

різко знижувалась (зокрема в шарі ґрунту 0-10 см вміст у ґрунті водотривких агрегатів, 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: супутньо-пластової води від 600 до 1200 л/га, пробіотику *Sviteco PBP* - 100 л/га (10% розведення).

Окрім фізичних параметрів, стабільність екосистеми визначається хімічними показниками, такими як рН розчину, концентрація нітратних і хлоридних сполук, рухомої сірки, нафтових фракцій та токсичних металів. Тому протягом 2022-2024 рр. проведено дослідження зміни хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ різною нормою внесення та пробіотику на посівах кукурудзи (табл. 4.6).

Слід відмітити те, що при використанні суміші СПВ та пробіотику в ґрунтовому розчині не тільки не збільшувався вміст нітратів, а навпаки зменшувався хоча вони і входять до складу супутньо-пластової води. Це можна пояснити тим, що СПВ та пробіотичний препарат у запропонованих дозах стимулюють ріст і розвиток не тільки рослин, але і ґрунтової біоти, яка є безпосереднім споживачем аніонів та катіонів. Також використання супутньо-пластової води в дозах 900-2400 л/га не сприяло накопиченню нафтопродуктів і важких металів у ґрунті. Навпаки вміст нафтопродуктів у ґрунтовому розчині верхнього шару ґрунту значно змінювався (зменшувався у дозах СПВ до 2400 л/га) завдяки оптимізації життєдіяльності ґрунтової мікрофлори.

Таблиця 4.6

Зміна хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива на посівах кукурудзи
(середнє за 2022-2024 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 ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	6,4	30,5	149	34,4	340	0,090	0,8	6	23	-

Порівняння вмісту важких металів та нафтопродуктів у ґрунті з ГДК [343] за різними варіантами дослідів приведено на рис. 4.10.

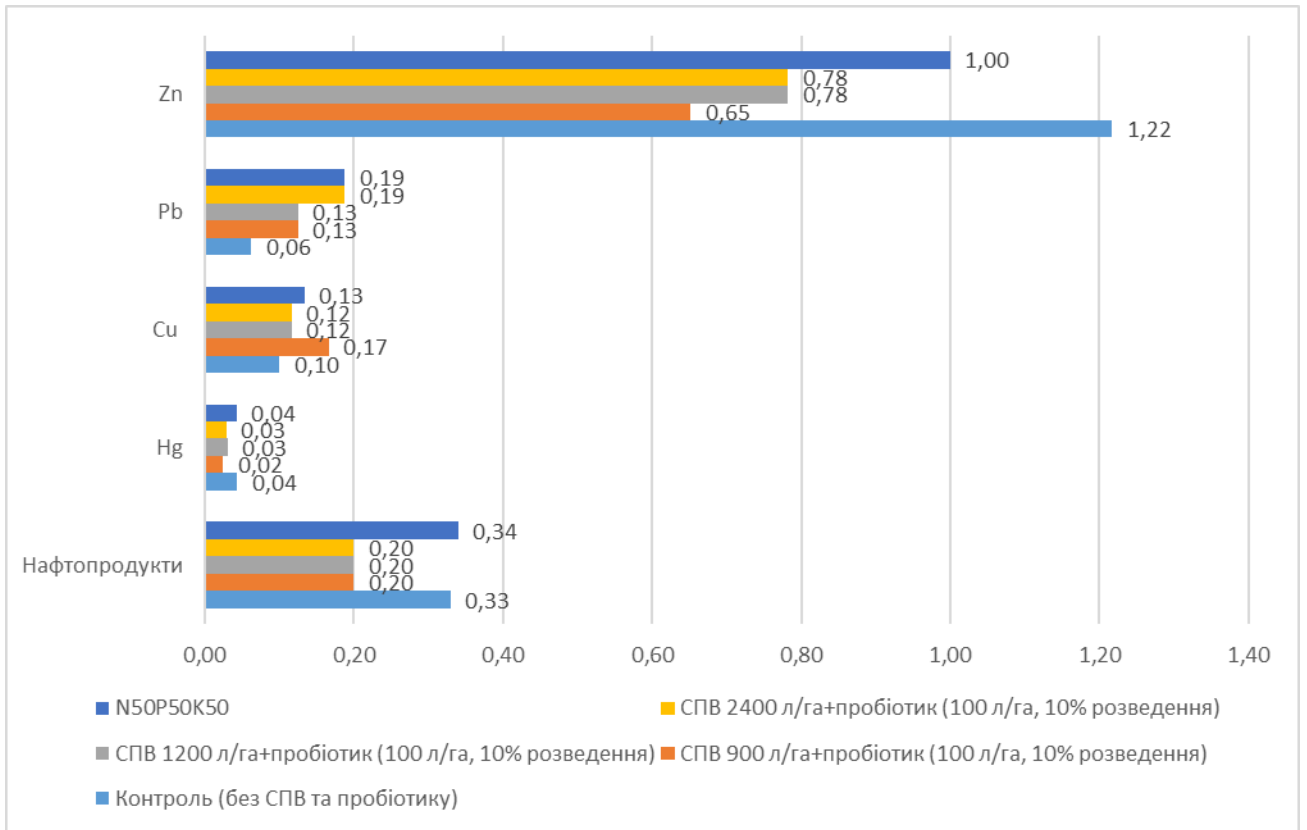


Рис.4.10 - Порівняння вмісту важких металів та нафтопродуктів у ґрунті з ГДК за різними варіантами дослідів

Таким чином, 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 кукурудзи склав 79,6% порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при даних концентраціях супутньо-пластової води 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.

Використання супутньої пластової води, як підживлення, вигідно відрізняється від добрив. Справа в тому що, супутньо пластова вода дозволяє створити не тільки певні умови для регулювання поживного режиму ґрунту, за рахунок надходження як елементів неорганічної так і органічної хімії, оптимізації мікробіологічної та ферментативної активності ґрунту, але і ефективно контролювати засміченість посівів кукурудзи двудольними бур'янами. За результатами фізико-хімічних аналізів ґрунтової проби встановлено (розділ 4.2), що при використанні СПВ в ґрунтовому розчині не тільки не збільшується вміст нітратів, а і навіть зменшується, хоча вони і входять до її складу. Це можна пояснити тим що, СПВ стимулює ріст і розвиток не тільки рослин, але і ґрунтової біоти, яка є безпосереднім споживачем аніонів та катіонів.

Відповідно до висновків науковців [344–346], застосування екологічно безпечних засобів, передусім мікробіологічних, вимагає корекції традиційних схем удобрення. Тільки цілісна стратегія біологізації забезпечує вагомий екологічний та економічний ефект. Тому у подальшому вивчалось комплексне використання СПВ та пробіотику як некореневого підживлення на посівах кукурудзи.

У межах нашого експерименту з оцінки продуктивності посівів за такої схеми використовували загальноприйнятту агротехніку, проте базове внесення органіки чи мінеральних сполук не проводилося. Обробку рослин сумішшю СПВ та біопрепарату здійснювали у фазі четвертого листка, застосовуючи для цього обприскувач ОП-2000.

Таблиця 4.7

Вплив внесення різних доз суміші СПВ та пробіотику як підживлення та на продуктивність кукурудзи (середнє 2022-2024рр.)

Внесення СПВ			Внесення суміші СПВ+ пробіотик (100 л/га, 10% розбавлення)		
Варіант	Урожайність, ц/га	± до контролю, ц/га	Варіант	Урожайність, ц/га	± до контролю, ц/га
Контроль (без внесення)	47,1	-	Контроль (без внесення)	47,1	-
СПВ, 5 л/га	49,1	+ 2,0	СПВ, 5 л/га+пробіотик	50,9	+ 3,8
СПВ, 10 л/га	49,7	+ 2,6	СПВ, 10 л/га+пробіотик	51,4	+ 4,3
СПВ, 25 л/га	50,1	+ 3,0	СПВ, 25 л/га+пробіотик	54,1	+ 7,0
СПВ, 50 л/га	57,0	+ 9,9	СПВ, 50 л/га+пробіотик	60,4	+13,3
СПВ, 75 л/га	46,4	- 0,7	СПВ, 75 л/га+пробіотик	48,8	-1,7
СПВ, 100 л/га	45,9	- 1,2	СПВ, 100 л/га+пробіотик	46,8	- 0,3
НІР 0,05	2,3		НІР 0,05	2,5	

Ефективним було застосування СПВ для підживлення кукурудзи у концентрації СПВ 50 л/га (табл. 4.7), прибавка до врожаю склала 9,9%. Супутня пластова вода в різні роки дозволила отримати найбільші прибавки урожаю при нормі внесення 50 л/га, як за рахунок впливу органічної так і неорганічної частини. Але комплексне використання СПВ у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га, 10% розбавлення, як некореневого підживлення кукурудзи, дозволило отримати прибавку урожаю у розмірі 13,3%.

4.4 Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків

Для формування комплексної системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків як основи сталого функціонування агроєкосистем була поставлена мета продовжити подальше вивчення ефективності використання суміші СПВ та пробіотику: як основного добрива та некореневого підживлення.

Тому для подальших досліджень проведено порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту (таблиця 4.8):

- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%) ;
- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);
- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);
- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);
- внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців

Таблиця 4.8

Порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту

Варіанти дослідю	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
1	2	3	4
Варіант 1. Контроль (без СПВ та пробіотику).	54,1	-	-
Варіант 2. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)	79,2	25,1	46,4
Варіант 3. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	72,2	18,1	33,5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Варіант 4. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	88,4	34,3	63,4
Варіант 5. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	82,7	28,6	52,9
Варіант 6. Внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців	62,3	8,2	15,2
НІР 0,05	2,4		

Таким чином, комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%. Внесення суміші СПВ та пробіотику як основного добрива разом із некореним підживленням дає вищий приріст урожаю ніж у варіантах 2 та 3 – 52,9%, але все ж менше ніж у варіанті 4 на 10,5% (рис. 4.11).

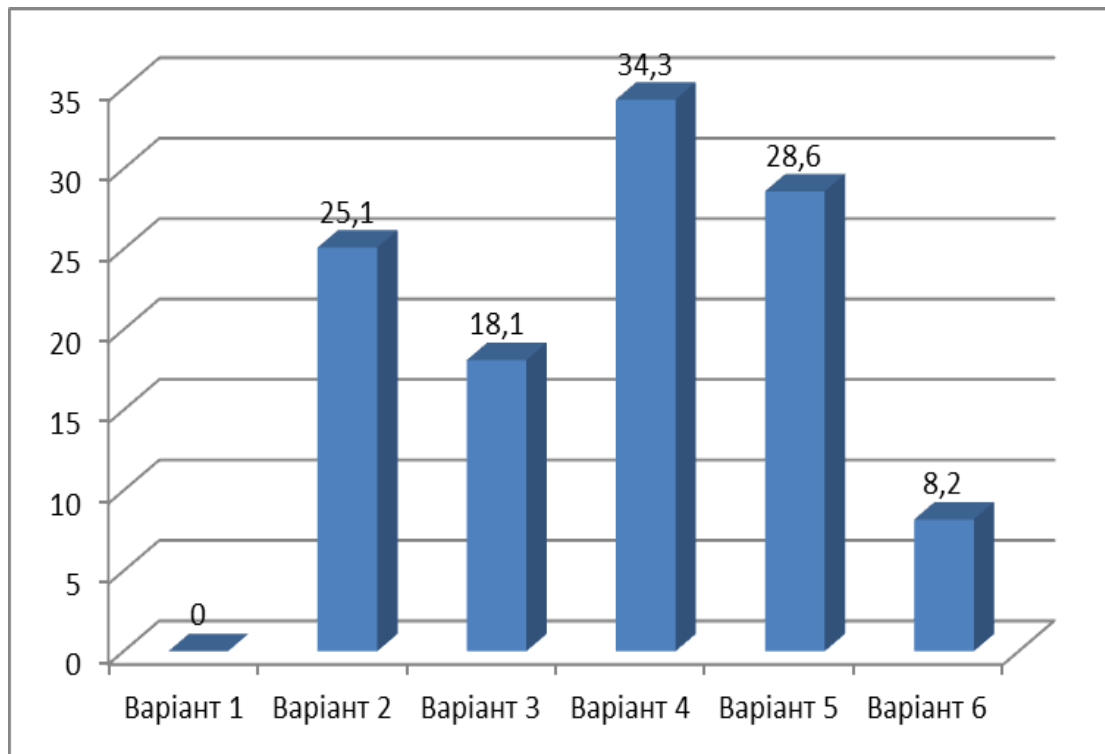


Рис.4.11 – Приріст урожаю кукурудзи при використанні екологічнобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту

Висновки до 4 розділу

1. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що під час комплексного використання СПВ (250 л/т) та пробіотику *Sviteco PBP* (100 л/т, розбавлення 10%) протягом трьох місяців для обробки буртів гною, відбувається цілий ряд позитивних змін як в його якісному складі, так і фітосанітарному стані останнього. За результатами бактеріологічних досліджень гною, отриманого по запропонованій методиці встановлено, що рівень патогенних мікроорганізмів після 3-х місяців компостування при нативному та 10% розчині пробіотику *Sviteco PBP* знизився на 98-100%, а таких патогенів, як сальмонелла та кишкова паличка – не було виявлено. Менша очистка відбувається при 1% та 0,1% розчинах пробіотику. За результатами мікологічних досліджень встановлено, що загальна кількість грибів, при

використанні запропонованої технології обробки гною, склала 206,9 тис/г, що на 27% більше у порівнянні з контрольним зразком, при чому вміст патогенних грибів знизився на 92% порівняно з контролем.

2. Після 3-х місяців зберігання у запропонованому варіанті (СПВ - 250 л/т та пробіотику - 100 л/т) насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, у насіння інших бур'янів вона значно знизилась (до 60% у порівнянні з контролем). Визначено також позитивний вплив запропонованого методу на хімічний склад гною. Зокрема, вміст калію збільшився на 20,8%, фосфору - 41,8%, азоту загального - 45,8%, органічної речовини - 10%. Таким чином, комплексне використання суміші супутньо-пластової води та пробіотику (СПВ - 250 л/т та пробіотику - 100 л/т) дозволяє знищити рудеральну рослинність яка росте на буртах і збагачує гній на насіння бур'янів, значно знизити схожість насіння бур'янів яке вже міститься у органічних відходах тваринництва, підвищити поживність за рахунок його збагачення на мікроелементи, вміст яких у деяких ґрунтах надто низький, а також повністю знезаразити гній від патогенних мікроорганізмів та грибів. Всі ці переваги дають можливість отримати за допомогою СПВ та пробіотику високоякісне органічне добриво яке не засмічує ґрунт насінням бур'янів, на відміну від необробленого по даній технології гною, і дозволяє оптимізувати поживних режим ґрунту.

3. Проведені дослідження щодо комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) та СПВ при нормах внесення 900-2400 л/га у якості основного добрива на посівах кукурудзи, дозволили визначити оптимальну концентрацію СПВ у даній суміші - 900 л/га, при якій приріст урожаю кукурудзи склав 45,9% порівняно з контролем. При використанні СПВ без пробіотику приріст урожаю кукурудзи склав 39,0% порівняно з контролем, що нижче на 6,9% у порівнянні з сумішшю. 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 (900 л/га) та пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) збільшується після внесення (на 30 добу), потім на протязі послідуєчих місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Використання доз СПВ більше 1200 л/га призводить до зменшення цих груп бактерій.

4. Встановлено відсутність негативного впливу суміші СПВ та пробіотику на структуру ґрунту при внесенні їх в певних дозах СПВ - від 900 до 1200 л/га, пробіотику у дозі 100 л/га (10% розведення). Також використання супутньо-пластової води в дозах 900-2400 л/га не сприяло накопиченню нафтопродуктів і важких металів у ґрунті. Навпаки вміст нафтопродуктів у ґрунтовому розчині верхнього шару ґрунту значно змінювався (зменшувався у дозах СПВ до 2400 л/га) завдяки оптимізації життєдіяльності ґрунтової мікрофлори.

5. Доведено, що використання супутньо пластової води, як підживлення, вигідно відрізняється від добрив. Справа в тому що, супутньо пластова вода дозволяє створити не тільки певні умови для регулювання поживного режиму ґрунту, за рахунок надходження як елементів неорганічної так і органічної хімії, оптимізації мікробіологічної та ферментативної активності ґрунту, але і ефективно контролювати засміченість посівів кукурудзи двудольними бур'янами. Доведена ефективність застосування СПВ для підживлення кукурудзи у концентрації СПВ 50 л/га, де прибавка до врожаю склала 9,9%. Але комплексне використання СПВ у концентрації 50 л/га та

пробіотику 100 л/га, 10% розбавлення, як некореневого підживлення кукурудзи, дозволило отримати прибавку урожаю у розмірі 13,3%.

6. Обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

Основні результати проведеного дослідження опубліковані в працях [352; 355; 358; 363; 365].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУПУТНЬО- ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

5.1 Економічна ефективність використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів у технології вирощування кукурудзи

Розробку комплексу агрономічних заходів, що забезпечують високу врожайність сільськогосподарської культури, обов'язково оцінюють за економічними показниками. Але визначати ефективність будь-якого з елементів комплексу агрозаходів за рівнем урожайності та витратами не є достатньо, оскільки слід враховувати наслідки для суспільства та довкілля. Зокрема відповідно концепції сталого розвитку [348] на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва виробник має не тільки максимізувати прибутки, але і зоставити компоненти довкілля в природному стані для майбутніх поколінь.

Даному напрямку відповідає біологізація сільськогосподарського виробництва [22; 89; 91], що забезпечується впровадженням екологічно безпечних енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. У США, Японії та більшості європейських держав такі підходи активно розвиваються під назвою органічного або біологічного землеробства. Фундаментом цієї моделі є щорічне відтворення природних ресурсів та виробництво екологічно безпечної продукції.

У той же час внаслідок воєнних дій на території України посівні площі скорочуються, при цьому виробництво конкурентноспроможної рослинницької продукції, у тому числі на забруднених агроценозах, центральна проблема сільськогосподарського виробництва. Весь цикл — від вирощування до збуту — потребує впровадження максимально результативних та інноваційних технологічних рішень.

Особливу роль у питаннях ощадливості та відновлення агроценозів відіграють запропоновані нами елементи технології удобрення ґрунту пробіотичними препаратами та супутньо-пластовою водою. Ці заходи значно підвищити енергоємність урожаю, виключити або значно зменшити дози ядохімікатів, знизити затратну енергоємність ресурсів, повернути забруднені сільськогосподарські угіддя у господарський обіг та як наслідок - забезпечити продовольчу та екологічну безпеку та стале функціонування агроєкосистем. З огляду на ці чинники, було виконано розрахунок економічної доцільності застосування пробіотиків та СПВ у системі удобрення кукурудзи.

У даній роботі запропонована технологія використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води як органічного добрива на посівах сільськогосподарських культур (дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та внесення СПВ і пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)). Для визначення ефективності запропонованої технології обробки гною (3 місяці, СПВ використовується дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації СПВ 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) проведено польове дослідження використання даного виду гною у порівнянні з контролем (без внесенні добрив) та компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців), а також у порівнянні з технологією внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), та у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)). Органічні добрива вносили восени перед посівом кукурудзи. У дослідках по визначенню впливу СПВ та пробіотиків на продуктивність кукурудзи як засобу підживлення, технологія вирощування була загальноприйнята, але основного внесення мінеральних або органічних добрив

не застосовували. СПВ та пробіотик вносили у фазу розвитку 4-й лист за допомогою обприскувача ОП-2000.

Таким чином проведена економічна оцінка вирощування кукурудзи по екологобезпечних технологіях удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту:

- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%);

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців.

Проведена оцінка економічної доцільності запропонованої системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), табл. 5.1. Виробничі витрати приведені у додатку Г.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у технології вирощування кукурудзи (2024 р.)

Показники на 1 га	Варіанти					
	Контроль (без внесення органічних добрив)	Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців	Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))
Урожайність, ц/га	54,1	62,3	79,2	72,2	88,4	82,7
Вартість урожаю, грн.	40575	46725	59400	54150	66300	62025
Виробничі витрати, грн	27850,5	39476,0	34412,9	31800,5	35287,5	34419,4
Чистий прибуток, грн	12724,5	7249,0	24987,1	22349,5	31012,5	27605,6
Рентабельність, %	45,7	18,4	72,6	70,3	87,9	80,2

Аналіз економічної ефективності використання суміші пробіотику та супутньо-пластової води як органічного добрива у порівнянні з стандартною технологією [179] при вирощуванні кукурудзи показав, що найбільш високі її показники отримані на варіанті, де застосовували суміш СПВ дозою 250 л/т та пробіотику дозою 100 л/т (розбавлення 10%). Чистий прибуток склав 24987,1 грн., тоді як при стандартній технології отримання органічного добрива – 7249,0 грн (на 70% менше у порівнянні із запропонованою технологією), на контролі (без використання органічних добрив) – 12724,5 грн. (на 49% менше у порівнянні із запропонованою технологією). Відповідно рентабельність запропонованої технології склала 72,6%, що на 54,2% більше у порівнянні з стандартною технологією отримання органічних добрив, та на 36,9% більше у порівнянні з контролем (без внесення органічних добрив).

При використанні СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10) чистий прибуток склав 22349,5 грн. (на 10,5% менше у порівнянні з технологією обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%)). Рентабельність склала 70,3%, що на 2,3% менше у порівнянні з технологією обробки гною за допомогою СПВ та пробіотику.

З економічної точки зору при вирощуванні кукурудзи найбільш ефективним став комплексний метод внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), а також внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)). При цьому чистий прибуток склав 31012,5 грн на 1 га, а рентабельність – 87,9%. Дещо гірші результати при використанні суміші СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), а також внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у

концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10) - чистий прибуток склав 27605,6 грн на 1 га, а рентабельність – 80,2% (рис. 5.1-5.2).

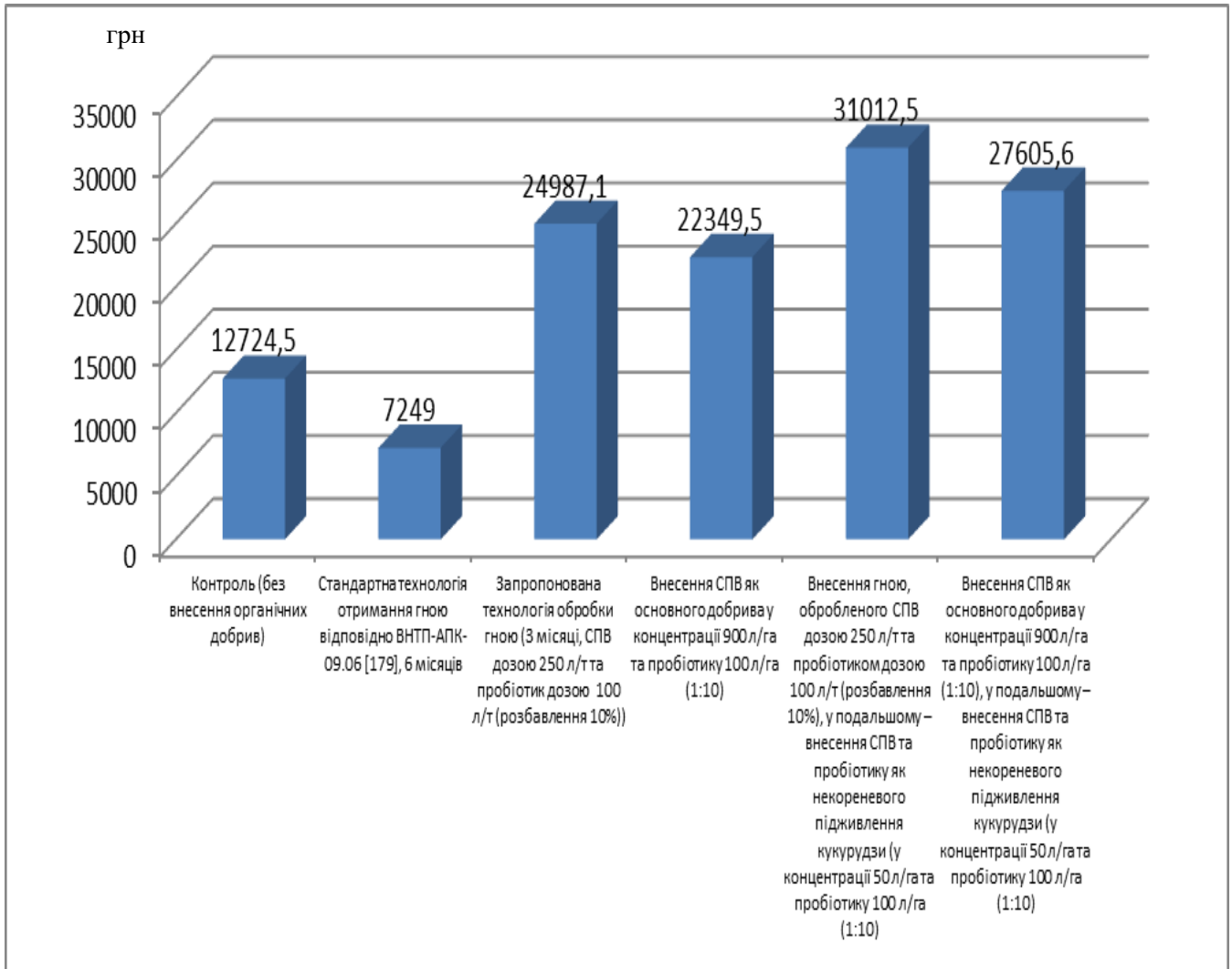


Рис. 5.1 - Чистий прибуток, отриманий при вирощуванні кукурудзи в залежності від технології внесення СПВ та пробіотику як основного добрива у порівнянні з контролем та стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06 (2024 р.)

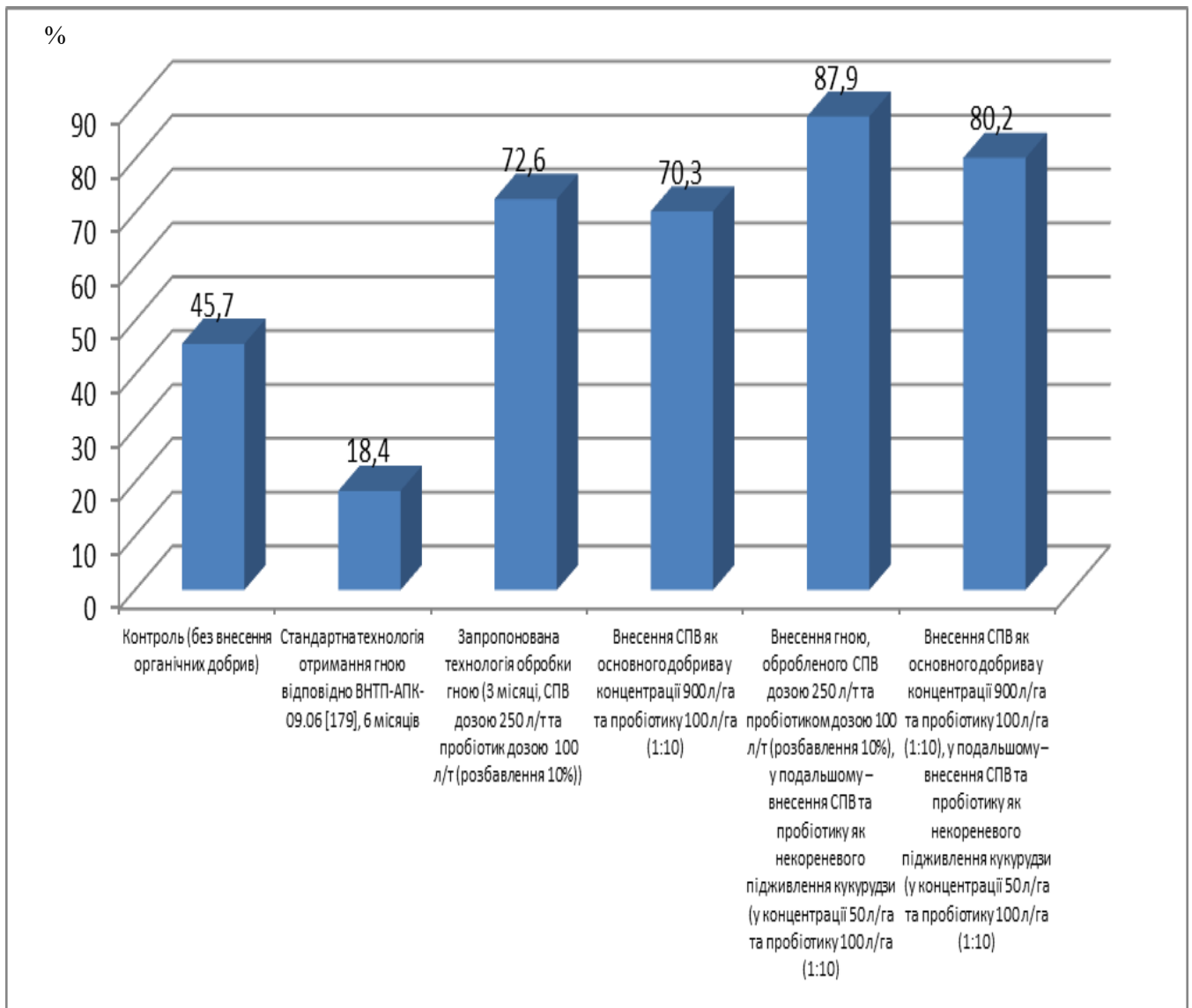


Рис. 5.2 – Рентабельність вирощування кукурудзи в залежності від технології внесення СПВ та пробіотику як основного добрива у порівнянні з контролем та стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06 (2024 р.)

Відповідна економічна оцінка вирощування кукурудзи в залежності від технології внесення СПВ та пробіотику як основного добрива у порівнянні з контролем та стандартною технологією ВНТП-АПК-09.0 за 2022 та 2023 рр. приведена у додатку Д. Протягом 3 років найкращі економічні показники при вирощуванні кукурудзи (чистого прибутку та рентабельності) встановлено при застосуванні комплексного методу внесення гною, обробленого СПВ дозою

250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), а також внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10): 2022 рік 30696,2 грн та 89,0 %; 2023 рік – 30392,3 грн та 88,1% відповідно (додаток Д).

5.2 Біоенергетична ефективність використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів у технології вирощування кукурудзи

На наступному етапі дослідження ефективності запропонованої технології удобрення кукурудзи проведено біоенергетичну оцінку запропонованих заходів щодо використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води в системі удобрення кукурудзи. На основі даних технологічної карти та згідно методики розрахунку сукупної енергії [348], що витрачається на виробництво тієї чи іншої культури, розраховані затрати сукупної енергії на основні засоби виробництва (Q_{1f}): сільськогосподарські машини, транспорт, обладнання; оборотні засоби (Q_{3f}): насіння, добрива, поливо, електроенергія, а також трудові ресурси (Q_{5f}) (додаток Г).

Затрати сукупної енергії на вирощування і збирання культур в досліді розраховувалися за формулою [349]:

$$Q_f = Q_{1f} + Q_{3f} + Q_{5f}, \text{ МДж/га}$$

Вміст енергії в господарській частині врожаю (в зерні) визначається слідуною залежністю [348]:

$$V_{fu} = A_f \cdot n_f \cdot L_f, \text{ МДж/га, де}$$

V_{fu} – вміст енергії в господарсько цінній частині врожаю f -ської сільськогосподарській культурі, МДж/га;

A_f – господарсько цінна частина врожаю f -ської сільськогосподарської культури, кг/га;

n_f – коефіцієнт перерахунку одиниці одержаної продукції в суху речовину, кг (для кукурудзи на зерно – 0,86);

L_f – вміст загальної енергії в 1 кг сухої речовини, МДж (для кукурудзи на зерно – 17,60).

За основний критерій енергетичної оцінки технології вирощування береться показник енергетичної ефективності (КЕЕ) [349]. Актуальність розрахунку КЕЕ обумовлена сучасними умовами, коли на виробництві дефіцит паливно-мастильних матеріалів, а на ринку відбувається коливання цін на продукцію в залежності від попиту.

Біоенергетична ефективність визначається слідуючим рівнянням [348]:

$$КЕЕ = V_{fu} / Q_f$$

Результати біоенергетичної оцінки вирощування 1 га кукурудзи при різних технологіях удобрення кукурудзи приведено у додатку Б та табл. 5.2.

На основі проведеної біоенергетичної оцінки (додаток Б, табл. 5.2) встановлено, що найбільша енергоемкість продукції у варіантах з некореневим підживленням кукурудзи (варіант 5 та варіант 6). У той же час, враховуючи вміст енергії в господарській частині врожаю (в зерні), найбільш високий коефіцієнт енергетичної ефективності характерний для технології обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та комплексної системи обробки гною та некореневим підживленням (варіанти 3 та 5) - 5,41 та 5,93 відповідно. Даний розрахунок підтвердив ефективність запропонованої у розділі 4 комплексної системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), як найбільш ефективної системи з екологічної та економічної точок зору.

Таблиця 5.2

Біоенергетична оцінка вирощування кукурудзи після внесення гною, отриманого за різною технологією
(2024 р.)

Складова сукупної енергії	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6
	Контроль (без внесення органічних добрив)	Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців	Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))
<i>Q_{зf}</i>	16127,6	25536,0	19313,5	18593,6	21801,05	21363,8
<i>Q_{5f}</i>	890,2	937,8	945,8	912,57	1164,12	1059,04
<i>Q_{1f}</i>	1422,99	1904,38	1904,38	1813,27	2141,6	2096,45
Всього, енергетичні затрати, МДж	18440,79	28378,18	22163,68	21319,44	25106,77	24519,29
Енергоємність продукції, МДж	81885,8	94297,3	119877,1	109281,9	123802,2	124174,7
Коефіцієнт енергетичної ефективності	4,44	3,32	5,41	5,13	5,93	5,15

Таким чином проведена економічна та біоенергетична оцінка запропонованої технології вирощування сільськогосподарських культур свідчить про те, що використання суміші супутньо-пластової води та пробіотику як основного добрива та некореневого підживлення є енергозберігаючими екологічнобезпечними заходами, що дозволяють економити і більш раціонально використовувати енергоресурси в сільськогосподарському виробництві.

Висновки до 5 розділу

1. На основі проведеної економічної та енергетичної оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на посівах кукурудзи встановлено, що комплексний метод використання суміші пробіотичних препаратів та СПВ як органічного добрива (дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та внесення СПВ і пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) є найбільш ефективним у порівнянні з стандартною технологією отримання органічних добрив та контролем (без внесення органічних добрив), а також у порівнянні з технологією внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10). При цьому чистий прибуток склав 31012,5 грн на 1 га, а рентабельність – 87,9%. Деяко гірші результати при використанні суміші СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), а також внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) - чистий прибуток склав 27605,6 грн на 1 га, а рентабельність – 80,2%.

2. На основі проведеної біоенергетичної оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на посівах кукурудзи встановлено, що найбільш високий коефіцієнт енергетичної

ефективності (КЕЕ) характерний для технології обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та комплексної системи обробки гною та некореневим підживленням (варіанти 3 та 5) - 5,41 та 5,93 відповідно. КЕЕ у комплексній технології (внесення обробленого СПВ та пробіотиком гною та некореневого підживлення) склав 5,93, у той час як на контрольному варіанті КЕЕ - 4,44, а при стандартній технології отримання органічного добрива – 3,32.

Одержані результати досліджень можуть бути використані при розробці рекомендацій щодо біологізації системи удобрення кукурудзи у контексті забезпечення екологічної, продовольчої безпеки регіону та створення сталих агроecosystem.

Результати досліджень приведено у [351; 359; 361].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено авторський підхід до формування наукового напрямку – обґрунтування і розробці науково-методичних засад біологізації системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів в контексті сталого функціонування агроєкосистем. За результатами проведеного дослідження автором зроблено наступні висновки:

1. Доведено, що формування сталих агроєкосистем у сучасних соціально-економічних умовах, а також враховуючи наслідки воєнних дій на Україні, можливе тільки за рахунок екологізації землеробства, що має включати екобезпечні джерела живлення ґрунту та відновлення його родючості. Обґрунтовано, що в даних умовах у сільськогосподарському господарстві актуалізується трьохстороння задача, яка включає екологічну сторону – відновлення ґрунту та забезпечення екологічної безпеки в умовах воєнних дій, економічну – отримання сільськогосподарської продукції необхідної кількості та якості при обмежених фінансових можливостях аграріїв, соціальної – забезпечення продовольчої безпеки за рахунок якісної сільськогосподарської продукції необхідної кількості. Таким чином виникає необхідність у пошуку нових методів та технологій живлення та відновлення ґрунту, оснований на природних екологічнобезпечних методах відтворення його родючості та очищення від антропогенних забруднень з метою забезпечення сталого функціонування агроєкосистем, екологічної та продовольчої безпеки на території України в сучасних умовах.

2. Сформовано концентральні засади сталого функціонування агроєкосистем з урахуванням наслідків воєнних дій на Україні шляхом використання біологічних препаратів як інноваційних екологоорієнтованих методів. Обґрунтовано, що питання використання пробіотиків для покращення

мікробного ценозу ґрунту є інноваційним та потребує подальшого дослідження. Враховуючи перспективність попередніх досліджень щодо використання супутньо-пластової води у системі удобрення ґрунту, яка є джерелом макро- і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів відновлення родючості ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та СПВ.

3. Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що найкращим варіантом досліду і у весінній, і у осінній періоди для покращення життєдіяльності ґрунтових мікробних ценозів, є варіант сумісного застосування СПВ концентрацією 900 л/га та пробіотиком *Sviteco PBP* розведений у співвідношенні 1:10 (дозою 100 л/га). Зокрема, загальна чисельність всіх груп бактерій у ґрунті підвищується при використанні пробіотику дозою 100 л/га 10% розведення (на 15-31% у порівнянні з контролем) та є максимальною при комплексному використанні суміші СПВ дозою 900 л/га та 10% пробіотику дозою 100 л/га (на 82-102% у порівнянні з контролем).

За результатами аналізу коефіцієнтів мінералізації–імобілізації, оліготрофності та педотрофності обґрунтовано, що використання суміші СПВ та пробіотику сприяє збільшенню вмісту поживних речовин у ґрунті для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зменшенню швидкості розкладання гумусу і створення сприятливих умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів. У результаті вивчення основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів в одиниці об'єму ґрунту встановлено, що при комплексному використанні СПВ дозою 900 л/га та пробіотику 1:10 розведення (100 л/га) спостерігається найкращий результат для функціонування мікробного ценозу ґрунту на 30 добу після внесення із значною післядією на 60 добу.

3. Обґрунтовано, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує ферментативну активність ґрунту на 30 добу (зокрема поліфенолоксидази, пероксидази, каталази та уреазу). Таким чином підтверджено, що комплексне застосування СПВ в дозі 900 л/га та пробіотику 100 л/га при розведенні 1:10 покращує мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, сприяє збільшенню поживних речовин для різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, а також інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

4. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що під час комплексного використання СПВ (250 л/т) та пробіотику *Sviteco PBP* (100 л/т) на протязі трьох місяців для обробки буртів гною, відбувається цілий ряд позитивних змін як в його якісному складі, так і фітосанітарному стані останнього. За результатами бактеріологічних та мікологічних досліджень гною, отриманого по запропонованій методиці встановлено, що рівень патогенних мікроорганізмів після 3-х місяців компостування знизився на 98-100%, а таких патогенів, як сальмонелла та кишкова паличка – не було виявлено, вміст патогенних грибів знизився на 88% порівняно з контролем.

5. Обґрунтовано, що комплексне використання суміші супутньо-пластової води та пробіотику (СПВ - 250 л/т та пробіотику - 100 л/т) дозволяє знищити рудеральну рослинність яка росте на буртах і збагачує гній на насіння бур'янів, значно знизити схожість насіння бур'янів яке вже міститься у органічних відходах тваринництва (на 60-100% у порівнянні з контролем), підвищити поживність за рахунок його збагачення на мікроелементи (вміст калію збільшився на 20,8%, фосфору - 41,8%, азоту загального - 45,8%, органічної речовини - 10%), а також знезаразити гній від патогенних мікроорганізмів та грибів. Всі ці переваги дають можливість отримати за

допомогою СПВ та пробіотику високоякісне органічне добриво яке не засмічує ґрунт насінням бур'янів, на відміну від необробленого по даній технології гною, і дозволяє оптимізувати поживних режим ґрунту.

6. Проведені дослідження щодо комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) та СПВ при нормах внесення 900-2400 л/га у якості основного добрива, дозволили визначити оптимальну концентрацію СПВ у даній суміші - 900 л/га, при якій приріст урожаю кукурудзи склав 45,9% порівняно з контролем. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ (900 л/га) та пробіотику (100 л/га, 10% розбавлення) збільшується після внесення (на 30 добу), потім на протязі послідуєчих місяців їх чисельність вирівнюється до рівня контролю. Обґрунтовано, 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.

Встановлено відсутність негативного впливу суміші СПВ та пробіотику на структуру ґрунту при внесенні їх в певних дозах СПВ - від 900 до 1200 л/га, пробіотику у дозі 100 л/га (10% розведення). Також використання супутньо-пластової води в дозах 900-2400 л/га не сприяло накопиченню нафтопродуктів і важких металів у ґрунті. Навпаки вміст нафтопродуктів у ґрунтовому розчині верхнього шару ґрунту значно змінювався (зменшувався у дозах СПВ до 2400 л/га) завдяки оптимізації життєдіяльності ґрунтової мікрофлори.

7. Обґрунтовано доцільність використання супутньо пластової води та пробіотику для некореневого підживлення кукурудзи. Доведена ефективність застосування СПВ для підживлення кукурудзи у концентрації СПВ 50 л/га, де прибавка до врожаю склала 9,9%. Але комплексне використання СПВ у

концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га, 10% розбавлення, як некореневого підживлення кукурудзи, дозволило отримати прибавку урожаю у розмірі 13,3%.

8. Обґрунтовано комплексну система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

9. На основі проведеної економічної оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на посівах кукурудзи встановлено, що комплексний метод використання суміші пробіотичних препаратів та СПВ як органічного добрива (дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та внесення СПВ і пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) є найбільш ефективним у порівнянні з стандартною технологією отримання органічних добрив та контролем (без внесення органічних добрив), а також у порівнянні з технологією внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10). При цьому чистий прибуток склав 31012,5 грн на 1 га, а рентабельність – 87,9%.

10. На основі проведеної енергетичної оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на посівах кукурудзи встановлено, що найбільш високий коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) характерний для технології обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%)) та комплексної системи обробки гною та некореневим підживленням (варіанти 3 та 5) - 5,41 та 5,93 відповідно. КЕЕ у крмплексній технології (внесення обробленого СПВ та

пробіотиком гною та некореневого підживлення) склав 5,93, у той час як на контрольному варіанті КЕЕ - 4,44, а при стандартній технології отримання органічного добрива – 3,32. Реалізація запланованих заходів відповідає принципам сталого розвитку та є їх частиною на локальному рівні.

Одержані результати досліджень можуть бути використані при розробці рекомендацій щодо біологізації системи удобрення кукурудзи у контексті забезпечення екологічної, продовольчої безпеки регіону та створення сталих агроecosystem.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Використовувати суміш супутньо-пластової води та пробіотику (СПВ - 250 л/т та пробіотику - 100 л/т) для обробки буртів гною з метою покращення його якісного складу та фітосанітарного стану.
2. Застосовувати суміш СПВ (900 л/га) та пробіотику *Sviteco PBP* (100 л/га, 10% розбавлення) у якості основного добрива на посівах кукурудзи.
3. Застосовувати комплексну система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Vasyliuk O., Shyriaieva D., Kolomytsev G., Spinova J. Steppe protected areas on the territory of Ukraine in the context of the armed conflict in the Donbas region and Russian annexation of the Crimean Peninsula. *Grassland research and conservation (Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group)*. 2017. № 1 (33). P. 15–23.
2. Третяк А. М., Будзяк О. С., Третяк В. М. Екологія землекористування. За заг. ред. Третяка А.М. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 178 с.
3. Будзяк В.М. Будзяк О.С. Екологізація землекористування. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 4. С. 34 –37.
4. Дєдов О.О., Дєдов О.В. Проблеми поліпшення екологічного стану сільськогосподарських ландшафтів Поділля та шляхи їх вирішення. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія*. 2011. Вип. 22. С. 27–32.
5. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Агроекологія : навч. посіб. Полтава, 2008. 256 с.
392. Цьова Ю.А. Фітотоксична оцінка використання пробіотичних препаратів для очистки агроценозів, забруднених внаслідок воєнних дій. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 122 - 128.
6. Фесенко А. М., Солошенко О. В., Гаврилович Н. Ю. Агроекологія : навч. посіб. Харків: ХНТУСГ, 2013. 291 с.
7. Корніцька О.І. Органічне виробництво: основні напрями наукового забезпечення. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 26 - 30.
8. Таргоня В.С. Екологізація землеробства: концепція розвитку. *Новини агротехніки*. 2007. № 4. С. 40–41.
9. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Серєда М. С., Погосян А. А. Медико-біологічна та токсикологічна оцінка використання біопрепаратів у

- землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (100), 2021. С.187-196.
10. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 10. С.16-20.
11. Вороненко В.І. Науковометодичні підходи до оптимізації та ефективного використання земельних ресурсів. *Ефективна економіка*. 2012. № 7. С. 1-5.
12. Саблук П.Т. Економічний механізм АПК у ринковій системі господарювання. *Економіка АПК*. 2007. № 2. С. 3-10.
13. Ходаківська О.В. Екологізація сільськогосподарських земель: сучасний вимір та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2011. № 10. С. 23-30.
14. Тарасова В. В. Екологічність агровиробництва в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. Т. 1. № 1 (28). С. 189–196.
15. Petry R. Gutachten zur Wiederaufnahme der Kohleförderung in der Ukraine. 2022 [zitiert nach Kahlweit 2022]
16. Abrahams P.W. Soils: Their implication to human health. *The Science of the Total Environment*. 2002. Vol. 291 P. 1-32.
17. Мельник Л.Г. Методи оцінки екологічних втрат. Суми : Університетська книга, 2010. 287с.
18. La marque AB. *L'Agriculture Biologique* [Electronic resource]. – Available from : <http://www.agencebio.org/la-marque-ab>.
19. E. Helga. The world of organic agriculture. Statistics and Emerging trends 2019 [Електронний ресурс] / Willer Helga, Lernoud Julia. Rheinbreitbach, Germany, 2019. 300 p. Режим доступу : <http://www.organic-world.net/yearbook-2015.html>.
20. Купинец Л. Е. Методологія формування комплексної оцінки ефектів та ефективності створення органічного виробництва *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир : «Полісся», 2013. С.61–66

21. Писаренко П. В., Горб О. О., Невмивака Т. В. Основи біологічного та адаптивного землеробства : навч. посіб. Полтава, 2009. 312 с.
22. Стецишин П. О., Рекуненко В. В., Пиндус В. В. Основи органічного виробництва : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2018. 528 с
23. Одум Ю. Основи екології. Київ, 1975. 740 с.
24. Писаренко В.М., Антонєць А.С., Писаренко П.В. Система органічного землеробства агроєколога Семена Антонця. Полтава. 2017. 124 с.
25. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Пономаренко С.В. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава, 2017. 140 с.
26. Скальський В.В. Органічне землеробство: проблеми та перспективи. *Економіка АПК*. 2010. №4. С. 48–53.
27. Федоров М.М., Ходаківська О.В., Корчинська С.Г. Розвиток органічного виробництва. Київ: ННЦ ІАЕ, 2011. 146 с.
28. Присяжнюк М.В. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів». Київ: Мінагрополітики, 2010. 109 с.
29. Фурдичко О. І. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області. Київ: ДІА, 2015. 800 с.
30. Полупан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б. Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства. Харків: ННЦ Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського, 2016 645 с.
31. Камінський В.Ф. Виробництво органічної продукції рослинництва в межах сільських сельбищних територій : метод. рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 166 с.
32. Кочик Г.М., Кучер Г.А. Поширеність деградаційних процесів і проблем використання та охорони земель на регіональному рівні. *Науково-практичний посібник українського хлібороба*. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2016. Том 1. С. 149-151.

33. Мельничук А.О., Савчук О.І., Кочик Г.М. Альтернативна система удобрення в коротко ротаційних сівозмінах зони Полісся. К.: Національна академія аграрних наук, 2016. 54 с.
34. Гадзало Я. М., Балян А. В., Володін С. А., Польовий В.М. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України. Київ : Аграрна наука, 2016. 113 с.
35. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І., Коробова О. М. Науково-методичні засади отримання якісної і екологічно безпечної рослинницької продукції в умовах промислового регіону. Київ : Голден Арт Принт, 2018. 94 с.
36. Коробова О. М., Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І. Застосування елементів органічної технології вирощування ячменю ярого в умовах техногенного навантаження Донбасу. *Миронівський вісник*. Миронівка, 2018. Вип. 6. С. 138–141.
37. Фурдичка О. І. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія. К.: ДІА, 2013. 416 с.
38. Яцук І. П., Моклячук Л. І. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія. Київ: ДІА, 2018. 384 с.
39. Макаренко Н. А., Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П. Екологобезпечне використання земель сільськогосподарського призначення Київської області. К., 2010. 60 с.
40. Таргоня В., Яворів В. До питання виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва. *Техніка і технологія АПК*. 2011. № 1 (16). С. 35–39.
41. Балюк С. А., Товажнянський Л.Л. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монографія. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 460 с.

42. Гамаюнова В. В. Формування надземної маси ярих пшениці та тритикале під впливом оптимізації їх живлення на півдні України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017, № 2(61). Т.1. С. 20-28.
43. Паленичак О.В. Раціональне землекористування в умовах збалансованого розвитку агропромислового виробництва. *Економіка АПК*. 2012. № 2. С. 27-33.
44. Давиденко В. М., Петриченко В. Ф, Черенков А. В..Агротехнологічна та організаційна стратегія весняного поля : науково-практ. реком. Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2014. 64 с.
45. Piskaeva, A. I., Babich, O. O., Dolganyuk, V. F. Analysis of influence of biohumus on the basis of consortium of effective microorganisms on the productivity of winter wheat. *Foods and raw materials* 2017, V.5, I.1, pp. 90-99.
46. Rowalska A. Jakość i konkurencyjność w rolnictwie ekologicznym. Warszawa : Difin SA, 2010. 295 с.
47. Willer Helga. The world of organic agriculture. Statistics and Emerging trends 2015 [Електронний ресурс]. Rheinbreitbach, Germany, 2015. 300 p. – Режим доступу : <http://www.organic-world.net/yearbook-2015.html>.
48. Soil Association organic standards farming and growing [Electronic resource]. Soil Association. Available from : <http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=l-LqUg6iIlo%3d&tabid=353>.
49. United Nations Conference on Sustainable Development or Rio+20, UNCSD 2012 : веб-сайт URL: <http://www.uncsd2012.org/rio20/index.php?page=view&type=13&nr=50&men=46>
50. Weizsaecker E., Wijkman A.. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. *Springer*, 2018. 220 p.
51. Вернадський В.И. Біосфера і ноосфера. Київ: Наука, 1989. 240 с.
52. Гудзь В.П. Адаптивні системи землеробства. Київ: Думка, 2007. 116 с.

53. Добровольська Н.В. Формування екологічно збалансованого землеробства Харківської області: суспільно-географічний підхід : монографія. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. 276 с.
54. Georgiev G.P., Nedospasov S.A., Bakayev V.V. Supra nucleosomal levels of chromatin organization. *The Cell Nucleus*, Vol. 6. New York, Academic Press, 2016. - P. 3-34.
55. Третяк А.М. Екологія землекористування: теоретико-методологічні основи формування та адміністрування: монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2012. 440 с.
56. Созінов О. Агробіотехнології: біосферно-ноосферний підхід. 2012. *Вісн. НАН України*. №4. С. 33-39.
57. Шкуратов О.І., Чудовська В.А., Вдовиченко А.В. Органічне сільське господарство: еколого-економічні імперативи розвитку: монографія. Київ: ТОВ «ДІА», 2015. 248 с.
58. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Бутило А. П., Опришко В. П. Загальне землеробство. К. : Лазурит– Поліграф, 2013. 376 с.
59. Іванова Л.С. Виробництво органічної продукції: світовий досвід та вітчизняні реалії. *Агросвіт*. 2015. № 18. С. 30–35.
60. Кобець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проєкт «Аграрна політика для людського розвитку». Київ, 2004. 22 с.
61. Костюк О.Д. Органічне землеробство: світові тенденції та перспективи розвитку в Україні. *Науковий вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2012. Вип. 177. С. 291–295.
62. Маслак О.М. Становлення ринку органічної продукції в Україні. *Вісник Сумськ. нац. аграр. ун-ту. Сер. Економіка і менеджмент*. 2012. Вип. 11. С. 60–69.

63. Писаренко П.В. Основи біологічного та адаптивного землеробства : навч. Посібник. Полтава : 2009. 312 с.
64. Whatmore S. What's alternative about alternative food networks. *Environment and planning*. 2003. № 35. P. 389–391.
65. Smith R.G., Gross K. L., Robertson G. P. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems*, 2008. P.55–62.
66. Розвиток органічного ринку в світі. URL: <http://organic.ua/uk/lib/1861-rozvytok-organichnogo-rynku-v-sviti> (дата звернення: 17.10.2024).
67. Сідельникова І.В. Ринок органічної продукції та особливості його формування в умовах трансформаційної економіки. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. «Економіка»*. 2015. Вип. 15. С. 142–148.
68. Loos J., Abson D., Chappell M., Hanspach J. Putting meaning back into “sustainable intensification”. *Front Ecol Environ*. 2014. Vol. 7. P. 56–61.
69. Rodrigues L., Guimarães V., Silva M., Pinto Junior A. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Rev Bras Eng Agríc Amb*. 2014. №18. P.31–37.
70. Rowalska A. Jakość i konkurencyjność w rolnictwie ekologicznym. Warszawa : Difin SA, 2020. 295 p.
71. Miguel A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments/ *Agriculture, Ecosystems & Environment*. [Vol. 93, Issues 1–3](#), December 2002, Pages 1-24 [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00085-3)
72. Polushkina, T., Kochetkova S. Environmentalization of Agriculture in the World. *Journal of Environmental Management & Tourism*. Craiova , Vol.3(19), 2017. P. 537-553. DOI: 10.22068/ijiepr.33 .

73. Koshkalda I., Panukhnyk O., Sheludko K., Hoptsii D. Features of Environmentalization of Agricultural Land Use. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*. 2022 Vol. 33, No. 1. P.1 -10
74. Brian B., Amélie D., Sara A. Gagné, E. Louise Loudermilk et al., How Landscape Ecology Informs Global Land -Change Science and Policy. *BioScience*. 2016. Vol. 66, No. 6. P. 458-469 .
75. Kaminskyi A ., Nehrey M., Komar M. Complex Risk Analysis of Investing in Agriculture ETFs. *International Journal of Industrial Engineering & Production*. 2020. Vol. 31, No. 4. P. 579 -586. DOI: 10.22068/ijiepr.31.4.579.
76. Madhur A., Gonzalez A., Guichard F., Kolasa J., Parrott L. Ecological Systems as Complex Systems: Challenges for an Emerging Science. *Diversity*. 2010. No. 2. P. 395-410. DOI:10.3390/d2030395.
77. Report from the commission to the European Parliament and the council on the implementation of the ecological focus area obligation under the green direct payment scheme COM/2017/0152 final Sustainable land use (greening), 2017. 210 p. Available: <https://ec.europa.eu>.
78. Craig R. Allen¹, David G. Angeler, Graeme S. Cumming, Carl Folke, Dirac Twidwell et. al. Quantifying spatial resilience. *Journal of Applied Ecology*. 2016. № 53. P. 625 -635 . DOI: 10.1111/1365 -2664.12634.
79. Cumming G.S., Craig A., Natalie B., Duan B., Harry C. Biggs, et al. Understanding protected area resilience: a multi -scale socioal -ecological approach. *Ecological Applications, Ecological Society of America*. 2015. Vol. 25, No. (2), P. 299 -319 . DOI: 10.1890/13 -2113.1.
80. Балюк С. А., Воротинцева Л. І. Про стан ґрунтового покриву України, його родючість, деградацію та охорону. Моніторинг та показники нейтрального рівня деградації земель в Україні. Львів: Простір-М, 2018. 96 с.

81. Балюк С., Медведєв В., Воротинцева Л., Шимель В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів та заходи щодо досягнення її нейтрального рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. Вип. 95, № (8). С. 5-11. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01>.
82. Будзяк О., Будзюк В. Планування природокористування земельних ділянок України в умовах зміни клімату. *Агросвіт*. 2018. №1. С. 3-9.
83. Drugak V.M., Tretyak N.A. Methodological bases of formation of ecology of land use in the system of public interests. *Ecological sciences*. 2018. № 1. P. 61-68.
84. Другак В. М., Третяк Н. А. Екологія землекористування України в системі суспільних інтересів. *Землеустрій, кадастр і моніторинг землі*. 2017. № 1-2. С. 86-95.
85. Thomas F., Midler E., Lefebvre M., Engel S. Greening the common agricultural policy: a behavioral perspective and lab -in -the -field experiment in Germany. *European Review of Agricultural Economics*. 2019. Vol . 46, No. 3. P. 367 -392 . DOI: 10.1093/erae/jbz014
86. Милованов Є. В. Органічне сільське господарство: перспективи для України. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 257–260. Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/Chem_Biol/Pukh/2009/257.pdf.
87. Макаренко Н. А. Наукові основи формування переліку препаратів для удобрення та захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2014. № 47. С. 45-51.
88. Кобець М. І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». Режим доступу : http://www.undp.org.ua/agro/pub/ua/P2004_01_051_04.pdf
89. Popadynets N ., Bondarenko V ., Dovba I. & Fedurtsia V. Assessment of Efficiency of the Use of Natural Resources Capacity by Territorial Communities in Conditions of Administrative -Territorial Reform in Ukraine. *International Journal of*

Industrial Engineering & Production, December. 2020. Vol. 31, No. 4. P. 499 -510.
DOI: 10.22068/ijiepr.31.4.499

90. Калініченко А. В., Писаренко П.В. Особливості формування екологічно збалансованих агроєкосистем. Полтава, 2005. 368 с.

91. Ілляшенко С. М. Екологічність як чинник конкурентоспроможності продукції. *Актуальні проблеми економіки*. 2018. № 9 (135). С. 143–150.

92. Самойлік М.С. Економічний механізм управління сферою поводження з твердими побутовими відходами на регіональному рівні : дис. ... канд. ек.наук : 08.00.05. Полтава, 2010. 189 с.

93. Miroshnychenko M., Krivitska I., Hladkikh Ye. Dynamic of soil contamination in the cities with different technogenic impact. *Journal of Soil Science and Plant Health*. 2018. Vol. 2. Iss. 3. P. 1 – 5. DOI: 10.4172/JSPH.1000117

94. Кошкалда І.В. Ефективність використання сільськогосподарських земель у контексті сучасного господарювання. *АгроІнКом*. 2011. № 10. С. 38-43.

95. Aleskerova Y., Titenko Z ., Skrypnyk H . & Grytsyna O. Modeling The Level Of Investment Attractiveness Of The Agrarian Economy Sector. *International Journal of Industrial Engineering & Production*. 2020. Vol. 31, No. 4. P. 647 -653 . DOI: 10.22068/ijiepr.31.4.647.

96. Підліснюк В. Екологічне сільське господарство: кроки назустріч. Крок перший: екологічне землеробство. К.: Видавничий центр НАУ, 2006. 79 с.

97. Грабак Н. Х. Екологічний напрям у землеробстві та його перспектива. *Наукові праці. Екологія*. 2018. Вип. 140. Т. 152. С. 20–25.

98. Гейд О. П. Показники ефективності екологобезпечного виробництва сільськогосподарських підприємств. *Збалансоване природокористування*. 2012. № 2. С. 37–42.

99. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Тараненко А. О. Агроєкологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунті

- мікроорганізми. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. №2. С. 157-164
100. Горобець М. В., Міщенко О. В. Вплив бішофіту на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. №1. С. 25-33
101. 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. 196-202.
102. Писаренко П. В., Матюха В. Л., Писаренко П. П. Ефективність бакових сумішей пестицидів проти шкідників та хвороб у технології вирощування пшениці озимої в північному степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №1, С. 80-89.
103. Рева М. А. Супутньо-пластова вода в Східному нафтогазоносному регіоні України як джерело небезпеки або цінний ресурс. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2016. №1. С. 81-85.
104. Pisarenko, P. V, Samoilyk, M. S., Korchagin, O. P. Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 341 (1). P. 346-355. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012002>
105. Pisarenko P. V., Samoilyk M. S., Taranenko A.O., Tsova Yu. A. Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Scientific journals of Vinnitsa national agrarian university. Agriculture and forestry*. 2022. №24. P.192-202. doi:10.37128/2707-5826-2022-1-14.

106. Obire O., Amusan F. The Environmental Impact of Oilfield Formation Water on a Freshwater Stream in Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2013. Vol. 7 (1), P. 61–66. <https://doi.org/10.4314/jasem.v7i1.17167>
107. Khvesyuk M., Bystryakov I. Paradigmatic view on the concept of sustainable development of Ukraine. *Economy of Ukraine*. 2012. № 6. P. 4 -12.
108. Писаренко П.В. Наукове обґрунтування використання природних розсолів і мінералів в агроєкосистемах: дис... д-ра с.-г. наук: 03.00.16. УААН, Ін-т агроєкології та біотехнології. К., 2003. 441 с.
109. Рибка В.С. Обробіток ґрунту та його вплив на ефективність виробництва озимої пшениці в паровому полі Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 35. С. 34–39.
110. Шевченко М.В. Системи обробітку ґрунту. *Землеробство*. Вип. 80. Київ, 2018. С. 33–39.
111. Доспехов Б. Сучасні проблеми обробки ґрунтів . *Землеробство*. 1977. № 3. С. 19–23.
112. Cannel R. G. Reduced tillage in northwest Europe – a review. *Soil tillage Res.* 2015. № 2. Vob. 5. P. 129–177.
113. Rilleu H., Tuge meskiner ot sterke fractovr reduseres av bindene. *Norsk landbruk*. 1986. № 4. Vol. 105. P. 28–29.
114. Клименко М. О., Долженчук В. І., Крупкр Г. В. Підбір сидеральних культур для підвищення родючості ґрунтів зони Лісостепу та Полісся. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2013. Вип. 4(64). С. 60-67.
115. В.І. Кісель. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи Харків: Штрих, 2010. 162 с.
116. Герт П.А. Сидерати – це врожай. Житомир: ЦНТЕІ, 2005. 26 с.
117. Кириченко В. В. Костромитін В. М. Перспективи застосування сидеральних парів в Лісостепу України Харків, 2007. 42 с.

118. Dunham W.C. *Evolution & Future of Biocontrol*. 2015, Basel, URL: <http://dunhamtrimmer.com/wp-content/uploads/2015/11/Bill-Dunham-2BMonthly-Evolutijn-Future-ofBiokontrol-Industriycopy.pdf>
119. Бадинський А. В., Бедункова О. А., Писаренко П. В. Розвиток АПК на основі раціонального природокористування. *LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co*. 2015. 162 с.
120. Писаренко В. М., Писаренко П.В., Горб О.О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 85-91.
121. Крамарьов С.М. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему звичайного за умови довготривалого землекористування та економічне стимулювання їхнього відновлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 93-106.
122. Писаренко П. В., Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г. Дефляційні ризики ґрунтового покриву Волинської області. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 112–119.
123. Michael S. Corson. Beyond agroecology: Agricultural rewilding, a prospect for livestock systems *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 199. P. 103-111.
124. Ф. Кене. Фізіократи. Вибрані економічні твори. Київ: Директ-Медіа, 2007 456 с.
125. С. Подолинський. Ремесла і хвабрики на Україні. Geneve: H. Georg Libraire-editeur, 1880. 148 с.
126. Руденко М. Енергія прогресу. Вибрані праці з економії, філософії і космології. Київ: ТОВ “Видавництво «КЛІО»». 2015. 680 с.
127. Бойко М., Домарацький Є.. Стимулятор із приставкою «еко». *The Ukrainian Farmer*. 2020. Вип. №3. С. 45-52.

128. Нікітенко М., Аверчев О. Біологічні методи боротьби з хворобами на посівах проса. *Грааль науки*. 2021. № 1. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-ofscience.19.02.2021.033>
129. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава : Камелот, 1999. 188 с.
130. Yussefi M., Willer H. The World of Organic Agriculture 2019. *Statistics and Future Prospects*. Інтернет-ресурс: www.ifoam.org.
131. Шувар І. А. Агроекологічні основи високоефективного вирощування польових культур у сівозмінах біологічного землеробства: рекомендації. Львів: Українські технології, 2013. 36 с.
132. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-Till. Київ, 2011. 372 с.
133. Єщенко В. О., Карнаух О. Б., Усик СВ. Історія розвитку і класифікація сучасних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 116. С.47-53
134. Камінський В.Ф. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур : монографія. Київ : В.П. «Едельвейс», 2012. 196 с.
135. Чудзе В. П. Екологічні проблеми землеробства : підручник. Житомир : ЖНАЕУ, 2010. 708 с
393. Цьова Ю.А. Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 114-121.
136. Вільямс В.Р. Травопільна система землеробства. Київ – Харків : Держ. вид-во с.-г. літератури, 1951. 422 с.
137. Примак І. Д., Вергунов В. А., Рошко В. Г. Системи землеробства, історія їх розвитку і наукові основи : підручник. Біла Церква, 2004. 528 с

138. Танчик С.П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства. Київ : Юнівест Media, 2009. 160 с.
139. Esping-Andersen G. Trzy światy kapitalistycznego państwa dobrobytu. Warszawa, PWO, 2010. 234р.
140. Hubeni Y., Bitter O., Hoshko B. Supply of the factor of food safety. *Konkurencyjnosć przedsiębiorstw – ujęcie makroekonomiczne*. 2009. P. 183-187
141. Тринько Р. Продовольча безпека: аналітична діагностика: монографія. Львів: ФОП Войтович, 2010. 168 с.
142. Семенда Д.К., Семенда О.В. Розвиток органічного виробництва в сільськогосподарських підприємствах. *Агросвіт*. 2014. №7. С. 42–46.
143. Романенко Т.Б. Екологізація сільськогосподарського землекористування як шлях до ефективного органічного землеробства. *Агросвіт*. 2017. №14. С. 45–49
144. Прутська О.О. Органічне сільське господарство в США: реалії та перспективи для України. *Економіка АПК*. 2011. №12. С. 142–151.
145. Милованов Є. Значення органічного сільського господарства у системі розвитку сільських територій. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Економіка АПК*. 2018. №25. С. 87–98.
146. Мельник Л.Л. Наукові й практичні аспекти розвитку вітчизняного органічного землеробства. *Агросвіт*. 2014. №14. С. 9–13
147. Литвинов А.І. Органічна продукція: проблеми ринку і перспективи для виробників. *Вісник ХНАУ*. 2017. №1. С. 78–89.
148. Зубець М.В., Медведєв В.В., Балюк С.А. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах. *Вісник аграрної науки*. 2010. №10. С. 5–8.

149. Андрушенко В.М. Світовий досвід переходу від традиційного до органічного агровиробництва та можливості його застосування в Україні. *Агросвіт*. 2015. №7. С. 55–61.
150. Тараріко О.Г. та ін. Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. *Агроекологічний журнал*. 2017. Вип. 1. С. 7–15.
151. Кохана А. В., Глуценка Л. Д. Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: монографія. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с
152. Рижук С. М., Медведєв В. В. Технологія відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах. Київ, 2003. 213 с.
153. Шумік С. А., Погоріла Н. Ф., Драга М. В., Скопецька О. В. Застосування вуглеамонійних солей як нового екологічно чистого азотного добрива при вирощуванні цінних лікарських рослин та злакових культур. *Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка*. 1999. №4. С. 91-92
154. Taylor J. P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 34. P. 387–40.
155. Дульгеров А. Н., Нудьга А. Ю. Компостування навозу з вуглеамонійними солями и ефективність отримання навозу на посівах кукурузи. *Збірник наукових праць НАН України*. Київ: ВВП Компас, 1998. С. 323-326.
156. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків, 2005. 167 с.
157. Pedak I.S. The impact of environmental factors on the production of high-quality. *Journal of Agricultural Science*. 2018. №8. P. 15-20.
158. Organic Federation of Ukraine. K.:2015, [http:// www. organic. com. ua](http://www.organic.com.ua).

159. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
160. Шувар І. А., Бунчак О. М., Сендецький В. М., Тимофійчук О. Б. Виробництво та використання органічних добрив: монографія. Івано-Франківськ: Симфонія Форте, 2015. 596 с.
161. Chaуka T.O., Yasnolob I.O., Gorb O.O., Shvedenko P.Yu. Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2017. Vol. VIII, № 7(23).P. 1442–1450.
162. Фатєєв А. І., Смірнова К. Б., Семенов Д. О. Оцінка придатності ґрунтів України для органічного землеробства за вмістом мікроелементів. *Вісник аграрної науки*. 2014. №4. С. 5–9.
163. Трифанов О. Способи біологічного підвищення родючості ґрунтів. *Пропозиція*. 2013. С. 52–53.
164. Пати́ка В.П., Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай, 1993. 176 с.
165. Писаренко В.М. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава: ФОП Мирон І.А., 2017. 140 с.
166. Мінькова О. Г. Шляхи та способи переходу від традиційного аграрного виробництва до органічного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. 3–10
167. Центи́ло Л. В., Цюк О. А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5. (75). Режим доступу до статті: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.020>.

168. Бацула О. О., Скрильник Є. В., Кравець Т. Ф. Вплив добрив і рослинних решток на гумусовий стан ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Київ, 2002. № 59. С. 115–121.
169. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Tsova Y., Kalinichenko A. Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. 2022 Vol. 20. №4. P. 785-792. doi.org/10.15159/AR.22.045.
170. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Шиманська Н. К. Вплив добрив на родючість ґрунту і продуктивність сівозміни. *Збірник наукових праць УБКЦБ*. 2012. Вип.13. С. 290–300.
171. Гамзиков Г. П., Кулагина М. Н. Вплив тривалого застосування добрив на органічну речовину ґрунтів. *Ґрунтознавство*. 1990. №11. С. 57– 67.
172. Гордієнко В. П., Бодня В. І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозмінах на урожайність ярого ячменю. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2005. Вип. 4 (23). С. 94–100.
173. Дегодюк С. Є., Бобер Л. В., Вержбицька О. А. Вплив тривалого застосування добрив на відтворення органічної речовини сірого лісового ґрунту. *Зб. наукових праць Ін-ту землеробства УААН*. 2021. Вип. 3. С. 18–21
174. Живилко В. А., Цибак В. Л., Глушук М. М. Вплив добрив на продуктивність культур сівозміни та вміст гумусу і азоту в ґрунті. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1976. №3. С.19–24.
175. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ : Аграрна наука. 2008. 308 с.
176. Патица В. П., Тихонович І. А., Ріліп'єв І. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ : Урожай, 1993. 176 с.

177. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. ВНТП-АПК-09.06 : затв. наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.
178. Послід птиці. Технології біологічного перероблення. Загальні вимоги. ДСТУ 7527:2014 : Державна дослідна станція птахівництва НААН від 23.10.2014.
179. Методика внесення органічних добрив : затв. Наказом Мінагрополітики від 24.11.2021 р. № 382 «Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів».
180. Яцук І. П. Результати наукових досліджень підготовлено на основі матеріалів X туру (2011–2015 рр.) агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення. Київ, 2017. 66 с.
181. Волкогон В. В. Деркач С. М., Дімова С. Б., М'ягка М. В. Біокомпостування органічного субстрату на основі пташиного посліду за інтродукції асоціації грибів *Trichoderma harzianum*. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 108–115.
182. Колісник Н.М., Тимофійчук Б.В., Сендецький В.М. та ін. Деструкція соломи — невід'ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 279–280.
183. Русаков Д.С., Дідух В. Ф., Том'юк В.В. Промислове виробництво органічних, орґано-мінеральних та гранульованих добрив на основі сапропелів. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2014. №18, С. 37–42.
184. Чабанюк Я. В., Бровко І. С., Кордунян О.О. ДЦ (деструктор целюлози) — препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука — виробництво*. 2016. № 4. С. 7–8.

185. Taylor J. P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 34. P. 387–40.
186. 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. P. 11–18. DOI: 10.1515/intag-2016-0093
187. 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.
188. Смірнов В. В., Патица В. П., Підгорський В. С. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроекологічний журнал*. 2012. №3. С. 3-8.
189. Abdel-Dayem E. A., Erriquens F., Verrastro V., Sasanelli N. Nematicidal and fertilizing effects of chicken manure, fresh and composted olive mill wastes on organic melon. *Helminthologia*. 2012. Vol. 49, № 4. P. 259–269.
190. Delgado M. M., Martin J. V., De Imperial R. M., L.-Cófreces C. and García M. C. Phytotoxicity of uncomposted and composted poultry manure. *African Journal of Plant Science*. 2010. Vol. 4, № 5. P. 154–162.
191. Indriyati L. T. Chicken manure composts as nitrogen sources and their effect on the growth and quality of komatsuna (*Brassica rapa* L.). *J. ISSAAS*. 2014. Vol. 20, № 1. P. 52–63.
192. Штам бактерій *Pseudomonas putida* для одержання біоорганічного добрива: пат. 98052 Україна. МПК C12N 1/20, C05F 15/00, C05F 17/00, C12R 1/40, М. В. Гаценко, Н. В. Луценко, В. В. Волкогон; заявник і патентовласник: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. № а 201012764; заявл. 28.10.10; опубл. 10.04.12, Бюл. № 7.
193. Волкогон В. В., Деркач С. М., Дімова С. Б., М'ягка М. В. Біокомпостування органічного субстрату на основі пташиного посліду за

- інтродукції асоціації грибів *Trichoderma 12 harzianum* 128. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 108–115
194. М'ягка М. В., Деркач С. М., Волкогон В. В., Луценко Н. В. Сукцесії мікроорганізмів у процесі компостування курячого посліду. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 20. С. 41–48.
195. Anusuya D., Geetha M. Isolation and identification of fungal communities from vegetable wastes composts. *IJSIT*. 2014. Vol. 3, № 3. P. 203–207.
196. De Bertoldi M., Vallini G., Pera A. Technological aspects of composting, including, modelling and microbiology. *Composting of agricultural and other waster: Proc. of a Seminar organized by the Commission of the Europe. Communities, Directorate-general science, research and development, Environmental research program (Oxford. U.K., 19-20 March, 1984) / Ed. by J.K.R. Gasser. London / New York, 1985. P.27–41.*
197. Волкогон В. В. Азотфіксуючі мікроорганізми кореневої зони та насіння злакових трав. *Збір. Ін-ту. с.-г. мікробіології*. 2018. № 4. С. 7-11.
198. Докучаєв В.В. До питання про відкриття кафедр ґрунтознавства та вчення про мікроорганізми. *Вибрані твори*. М., 1948. Т. 2. С. 290-318.
199. Костичев П.А. Склад органічних речовин ґрунту у зв'язку із нижчими організмами. *Тр. с. природодослідників, від. ботаніки*. 1890. Т. XXI. С. 6-9.
200. Волкогон В.В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві. *Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернігів, 2005. Вип. 1-2. С. 6-29.
201. Шевчук М. И., Ковальчук Н. С., Колесник Т. Н. Влияние микробиологических препаратов на повышение агрохимической эффективности ферментированного органического удобрения. *Scientific Journal Science Rise*. 2015. № 14. С. 42 – 50.
202. Tiquia S. M. *Microbiology of Composting*. Berlin: Springer-Verlag, 2002. P. 62–85.

203. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. № 19. С. 11–20.
204. Hersanti T. S., Turmuktini T., Fitriatin B. N., Purwanto M. R. S. Application of bioameliorant and biofertilizers to increase the soilhealth and rice productivity. *Hayati Journal of Biosciences*. 2016. Vol. 23, № 4. P. 181–184.
205. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика; за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
206. Волкогон В.В., Бердніков О.М., Дімова С.Б. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.
207. Волкогон В.В. Биологическая трансформация азота. Біологічна трансформація нітрогену. Спрямованість процесів за різних рівнів добрива сільськогосподарських культур. *Palmarium Academic publishing*. 2023. 116 с.
208. Патица М. В., Колодяжний О. Ю., Борко Ю. П. Сучасні молекулярно-біологічні методи вивчення мікробного біому та метагеному ґрунтів аграрного використання. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2017. Вип. 86. С. 116-124.
209. Ратука V., Huliaieva H., Tokovenko I. Вплив штучної інокуляції штамми фітопатогенних мікроорганізмів, виділених з різних джерел на фізіолого-біохімічні параметри рослин *Galega orientalis*. *ScienceRise: Biological Science*. 2019. № 4 (19). P. 10-16
210. Гриник І. В., Заришняк А. С., Волкогон В. В. та ін. Визначення фізіологічно (екологічно) доцільних доз мінерального азоту в технологіях вирощування сільськогосподарських культур (науково-методичні рекомендації). Київ, 2010. 31 с.

211. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В. та ін. *Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур*. Київ: Аграрна наука. 2011. 156 с.
212. Волкогон В. В., Гаценко М. В., Токмакова Л. М., Луценко Н. В. Мікробіологічні аспекти біокомпостування гною ВРХ з фосфоритами за участі фосфатмобілізувальних бактерій. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2010. № 11. С. 75–90.
213. Гаценко М. В., Волкогон В. В. Оптимізація вермикомпостування органіки, збагаченої фосфоритами, за участі фосфатмобілізувальних мікроорганізмів. *Мікробіол. журнал*. 2010. Т. 72, № 3. С. 14–18
214. Патица В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. *Біологічний азот*. Київ: Світ, 2003. 424 с.
215. Пат. 97198 Україна, МПК7 C05F15/00, C05F17/00, C05F3/00. Біоорганічне добриво «Фосфогумін». В.В. Волкогон, М.В. Гаценко, Н.В. Луценко; заявл. 28.10.10; опубл. 10.01.12, Бюл. № 1.
216. Пат. України, № 3113809 МПК7 C05F15/00, C05F17/00, C05F3/00. Біоорганічне добриво. В.В. Волкогон, С.М. Деркач, С.Б. Дімова та ін.; заявл. 09.05.2016; опубл. 10.03.2017. Бюл. № 5.
217. Волкогон В. В. *Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: здобутки, проблеми, перспективи*. *Вісник аграрної науки. Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія*. 2018. №11 (788). С. 20-27
218. Кравченко Н. О., Передерій М. Г. Антагоністична активність штамів *Bacillus subtilis*, перспективних для створення консервантів вологого плющеного зерна кукурудзи. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. Вип. 26. С. 49–55.

219. Дерев'янюк С. В., Дяченко Г. М., Божок Л. В. Ефективність пробіотичного препарату БПС-44. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2005. Вип. 1–2. С. 128–135.
220. Kishko Y. G., Vasylenko M. I., Kovalenko E. A. Influence of *Bacillus subtilis* lektin on functional activity of phagocytes. *Microbiol. Zhurn.* 1998. № 1. P. 20–26.
221. Смирнов В. В., Козачко І. А., В'юницька В. А. Ендофітні бактерії роду *Bacillus* - перспективні культури для створення біологічних засобів захисту рослин від хвороб. *Мікробіол. журнал*. 1995. № 5. С. 69–78.
222. Надкерничний С. П. Перспективи використання нових мікробних препаратів для захисту рослин від кореневих патогенів. *Бюл. Інституту сільськогосподарської мікробіології*. 1997. № 1. С. 3–8.
223. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., Sereda, M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agroecosystem. *Agraarteadus*, 2021, Vol.32(2), p. 303–306. DOI: 10.15159/jas.21.41.
224. Войтов В.А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 100-109. DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-100-109.
225. Karnchanawong S., Nissaikla S. Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin. *Int J Recycl Org Waste Agricult.* 2014. Vol. 3, №4. P. 113–119.
226. Bernal M. P., Albuquerque J. A., Moral R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*. 2009. Vol. 100. P. 5444–5453.
227. Писаренко, П. В. Наукові основи використання природних розсолів і мінералів в агроєкосистемах. Полтава : ІнтерГрафіка, 2003. 227 с.

228. Шикуча М. К., Шубравська О. В., Антоненко С. С., Писаренко В. М. Особливості управління органічним виробництвом. *Актуальні питання використання та охорони земельних ресурсів*. 2021. №1. С. 85-90
229. Антоненко С. С., Антоненко А. С., Писаренко В. М. Органічне землеробство: з досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району Полтавської області: практ. рекомендації. Полтава, 2010. С.195–196.
230. Антоненко С.С., Писаренко В.М., Писаренко П.В. Від екології природи до екології душі. *Екологія і природокористування*. 2015 №19. С. 216-219.
231. Loncaric R., Kanisek J., Loncaric Z. Mineral or organic fertilization: financial aspects. *European Scientific Journal*. 2013. Vol. 1. P. 133–138.
232. Патица В. П., Писаренко П. В. Мінералізована вода. Характер дії на сільськогосподарські рослини і бур'яни. *Захист рослин*. 2002. № 12. С. 12-13.
233. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві : монографія. Рівне : Волинські обереги, 2007. 320 с.
234. Звалін А.А. Застосування біопрепаратів при обробітку польових культур. *Досягнення науки та техніки АПК*. 2011. № 8. С. 9–11.
235. Shuvar A. Formation of the flax agrocenosis within the organic production in the forest and steppe zone of Western region. *Sustainable development foothill and mountainous regions* (Collective monograph: agriculture, crop production, plantbreeding and seed production, feed production, animal husbandry, economy) LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020, P. 103-129.
236. Василенко М. Г. Біологічні препарати в органічному землеробстві України. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. № 6-7. 2011. С. 46-50.
237. Волкогон В. В. Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: здобутки, проблеми, перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2018. №11. С. 20-27.

238. Козар С. Ф. Біологічна ефективність комплексного застосування мікробних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2005. Випуск 1-2. С. 86-94.
239. Wang T., Liang Y., Wu M., Chen Z., Lin J., Yang L. Natural products from *Bacillus subtilis* with antimicrobial properties. *Chem. Eng.*, 2015. № 23 P. 744-754 (doi: 10.1016/j.cjche.2014.05.020).
240. 314. Yang H., Li X., Li X., Yu H., Shen Z. Identification of lipopeptide isoforms by MALDI-TOFMS/MS based on the simultaneous purification of iturin, fengycin and surfactin by RP-HPLC. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2015. № 407(9): P. 2529-2542 (doi: 10.1007/s00216-015-8486-8).
241. Jacobsen B., Zidack N., Larson R. *Bacillus* isolates and methods of their use to protect against plant pathogens. US Patent № 8246965 A 61 K 39/07 C 12 2012, №1/20.
244. Stein T. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Mol. Microbiol.*, 2005, 56(4): 845-857 (doi: 10.1111/j.1365-2958.2005.04587.x).
245. Debois D., Fernandez O., Franzil L., Jourdan E. Plant polysaccharides initiate underground crosstalk with bacilli by inducing synthesis of the immunogenic lipopeptide surfactin. *Env. Microbiol. Rep.* 2015 № 7(3). P. 570-582 (doi: 10.1111/1758-2229.12286).
246. Falardeau J., Wise C., Novitsky L., Avis T.J. Ecological and mechanistic insights into the direct and indirect antimicrobial properties of *Bacillus subtilis* lipopeptides on plant pathogens. *J. Chem. Ecol.* 2013. № 39(7). P. 869-878 (doi: 10.1007/s10886-013-0319-7).
247. Alonso S., Martin P.J. Impact of foaming on surfactin production by *Bacillus subtilis*: implications on the development of integrated in situ foam fractionation removal systems. *Biochem. Eng. J.* 2016. № 110. P. 125-133 (doi: 10.1016/j.bej.2016.02.006).

248. Shafi J., Tian H., Ji M. Bacillus species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2017. № 31(3): P. 446-459 (doi: 10.1080/13102818.2017.1286950).
249. Sirec T., Cangiano G., Baccigalupi L., Ricca E., Isticato R. The spore surface of intestinal isolates of *Bacillus subtilis*. *FEMS Microbiology Letters*. 2014. № 358(2). P. 1-8 (doi: 10.1111/1574- 6968.12538).
250. Raaijmakers J.M., de Bruijn L., Nybroe O., Ongena M. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS Microbiol. Rev.* 2010. № 34. P. 1037-1062 (doi: 10.1111/j.1574-6976.2010.00221.x),
251. Chowdhury S.P., Hartmann A., Geo X.W., Borriss R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 — a review. *Front. Microbiol.* 2015. № 6. P.780-788. (doi: 10.3389/fmicb.2015.00780).
252. Гриб М. І. Агрокліматичні ресурси Полтавщини: стан та шляхи використання. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 1999. № 4. 95 с.
253. Бомба М. Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Київ: Урожай, 2003. 504 с.
254. Гамаюнов В. Є., Сидоренко О. І., Драгова Н. І. Природні умови та ґрунтовий покрив Полтавської області: методичні рекомендації для студентів агрономічного та гідромеліоративного факультетів. Херсон, 1996. 33 с.
255. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2024 році URL : <https://poda.gov.ua/news/198137>
256. Екологічний паспорт Полтавської області за 2024 рік. URL : <https://poda.gov.ua/attachments/195200>

257. Планування відновлення довкілля. Аналітична записка. Київ: Екологія. Право. Людина, 2022. 55 с. http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2022/06/FIN_Planuvannya-vidnovlennya-dovkillya.pdf
258. ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019. Охорона природи. Ґрунти. Методи відбору та підготовки проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу (ГОСТ 17.4.4.02-2017, IDT). [Чинний від 2019-03-19]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 15 с.
259. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Цьова Ю.А., Серета М.С. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні : монографія. Полтава: ПДАУ, 2021. 524 с.
260. Барс Є.А. Органічна гідрогеохімія нафтогазоносних басейнів. К: Надра, 1991. 520 с.
261. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Vybyk Y. Effect of probiotic treatment on the microbiological activity of ukrainian typical black soil. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2024 <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10263>
262. Porto de Souza V., Marcela G., L., Rodrigues C., Cândido C.. Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*. 2017. № 3 (3). P. 629–648. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629
263. Romero-Olivares A., Allison S., Treseder 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. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.12.026
264. Андрєюк Є. І., Іутінська Г. А., Дульгеров А. М. Ґрунтові мікроорганізми та інтенсивне землекористування. Київ: Наук. думка, 1988. 192 с.
265. Borko Yu. P., Patyka M. V., Kolodiazhnyi O. Yu. Microbial conenoses of chernozem typical of biological and intensive farming systems. *Agriculture*. 2016. № 1. P. 58–63.

266. Писаренко П. В., Корчагін О. П. Екологічне обґрунтування регулювання процесів евтрофікації водних об'єктів. *Таврійський вісник* №114. 2020 р. С. 274–283
267. Lazcano C., Gómez-Brandón M., Revilla P., Domínguez J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and Fertility of Soils*. 2013. № 49 (6). P. 723–733.
268. Мазур В.А., Шевченко Н.В., Яковець Л. А. Агро-біологічні особливості вирощування гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ "Друк", 2023. 288 с.
269. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Біоресурси і природокористування. Київ. 2018. Том10. №1, 2. С. 108–114.
270. Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Присяжний Ю.І., Пілярська О.О. Вплив умов вологозабезпеченості фону мінерального живлення та густоти стояння рослин на урожайність ділянок гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2011. №. 56. С. 20–25.
271. Rajak R.; Jacob S.; Kim B. A holistic zero waste biorefinery approach for macroalgal biomass utilization: A review. *Sci. Total Environ*. 2020. № 716. P. 137–145.
272. Паламарчук, В. Д., Демчук, Б. С. Роль позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 60–76.
273. Яковець Л.А. Токсико-екологічна безпека зернової продукції залежно від інтенсивності хімізації виробництва в умовах Лісостепу правобережного : дис. ... к-та с.-г. наук : 03.00.16. Вінниця, 2019. 185 с.

274. Циков В. С., Пащенко Ю. М., Костенко Ю. В. Строки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ. 2016. № 1. С. 63–68.
275. Bennetzen J. L., Hake Sarah C. Handbook of Corn: Its Biology. Springer Science – Business Media. 2019. 146 p.
276. Ковальчук І. Високопродуктивні гібриди кукурудзи «Сингента» для різних ґрунтово-кліматичних зон України. *Агроном*. 2015. № 4 (50). С. 86–87.
277. Світовий ринок кукурудзи 2021 і українські реалії: від глобального до локального. Кукурудза. Огляд світового та українського ринку : веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/analytics/27-svtovij-rinok-kukurudzi-2021--ukransk-real-vdglobalnogo-do-lokalnogo>.
278. Вологість зерна кукурудзи під час збирання: формування, облік, значення : веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vologist-zerna-kukurudzypid-chaszbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya>.
279. Режим доступу - https://ultraagro.blogspot.com/2014/09/blog-post_17.html
280. Сусідко П. І., Циков В. С. Кукурудза. Київ : Урожай. 2008. 296 с
281. Система удобрення кукурудзи. Аграрний сектор України : веб-сайт. URL: <http://admin@agroscience.com.ua>.
282. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Коренева система гібридів кукурудзи на ранніх стадіях розвитку залежно від норм добрив та густоти стояння рослин в умовах Правобережного Лісостепу України. *Агрономія*. 2017. № 269. С. 10-17.
283. Волкогон В. В. Мікробні препарати у землеробстві : монографія. Київ : Аграрна наука, 2016. 312 с.
284. Ютинська Г. О. Мікробні біотехнології для реалізації нової глобальної програми. забезпечення сталого розвитку агросфери України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 149–155.

285. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика) : монографія. Вінниця: Друкарня ТОВ «Друк», 2022. 392 с.
286. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2023. № 2 (40). С. 24–27.
287. Колісник О.М. Стійкість самозапилених ліній та гібридів кукурудзи до основних хвороб та шкідників в Умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №3. С. 41–43.
288. Паламарчук В.Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Зірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2022. Ч. 1. Агрономія. Вип. 80. С. 68–74.
289. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрив. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту*. 2020. С. 26–31.
290. Люта, В. А., Кононов, О. В. Практикум з мікробіології: навч. посіб. Київ: Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2017. 25 с.
291. Філон В. І., Казаков В. О., Ольховський Г. Ф. Методика агрохімічних досліджень: навч. посіб. Харків, 2017. 55 с.
292. Li X., Rui J., Mao Y. Dynamics of the bacterial community structure in the rhizosphere of a maize cultivar. *Soil Biology and Biochemistry*. 2014. Vol. 68. P. 392–401.
293. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки. Київ: ПоліграфКонсалтин, 2020. 152 с.
294. Хазієв Ф. Х. Ферментативна активність початку. К: Наука, 1976. 120 с.
295. Зв'ягінцев Д., Асєєва І., Баб'єва Н., Мірчинк Г. Методи ґрунтової мікробіології та біохімії. М.: МДУ, 1980. 224 с.

296. Ямборко Г. В., Єлинська Н. О. Мікробіологія з основами вірусології. Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. 49 с.
297. Михальський Л. О., Радченко О. С., Степура Л. Г. Практикум із загальної мікробіології. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2001. 112 с.
298. Вадюнина А. Ф., Корчагіна З. А. Методи дослідження фізичних властивостей ґрунтів. М.: Аргопром, 1986. 416 с.
299. Панникова В.Д. Методичні вказівки щодо проведення досліджень у тривалих дослідах із добривами. К. 1975. 168 с.
300. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2004-04-30]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 25 с.
301. ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Харків : Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук, 2009. 41 с.
302. ДСТУ ISO 10390:2021. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 23 с.
303. ДСТУ ISO 11047:2005. Якість ґрунту. Визначання кадмію, хрому, кобальту, купруму, плюмбуму, мангану, ніколу та цинку в екстракті, отриманому після оброблення ґрунту «царською водкою». Методи полуменевої та електротермічної атомно-абсорбційної спектрометрії (ISO 11047:1998, IDT). [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. 11 с.
304. ДСТУ ISO 10693-2001. Якість ґрунту. Визначання вмісту карбонатів. [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 18 с.
305. ДСТУ ISO 11048-2001. Якість ґрунту. Визначання вмісту водорозчинних та кислоторозчинних сульфатів. [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 18 с.

306. ДСТУ 8347:2015 Якість ґрунту. Визначення рухомої сірки в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. [Чинний від 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 18 с.
307. 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]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. 14 с.
308. ДСТУ 7908:2015. Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 30 с.
309. ISO 11504:2017. Якість ґрунту. Оцінка впливу ґрунту, забрудненого нафтовими вуглеводнями. [Чинний від 2018-08-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 42 с.
310. ДСТУ 7832:2015. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в однонормальній солянокислій витяжці методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 21 с.
311. 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 2009-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 18 с.
312. 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]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 30 с.
313. 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]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2009. 15 с.

314. ДСТУ ISO 16772:2005. Якість ґрунту. Визначення ртуті в ґрунтових екстрактах царською водкою методом атомної спектрометрії холодної пари або атомнофлуоресцентної спектрометрії холодної пари. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Харків : Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук, 2008. 75 с.

315. ДСТУ ISO 5310:2003. Добрива. Визначання вмісту калію. Титриметричний метод (ISO 5310:1986, IDT). [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2004. 32 с.

316. ДСТУ EN 15959:2015. Добрива. Метод визначення вмісту екстрагованого фосфору (EN 15959:2011, IDT). [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 44 с.

317. ДСТУ ISO 4176:2003. Добрива. Визначення вмісту нітратного азоту. Ваговий метод із застосуванням нітрону (ISO 4176:1981, IDT) [Чинний від 2004-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2004. 15 с.

318. ДСТУ ISO 5315:2003. Добрива. Визначення загального вмісту азоту. Титриметричний метод після дистилювання (ISO 5315:1984, IDT) [Чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2004. 27 с.

319. ДСТУ 8454:2015. Добрива органічні. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, 2016. 130 с.

320. ДСТУ EN 12048:2005 Добрива тверді та вапнувальні матеріали. Визначення вмісту вологи гравіметричним методом. Висушування за температури $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (EN 12048:1996, IDT). [Чинний від 2005-03-03]. Вид. офіц. Київ : Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук, 2006. 210 с.

321. Методичні рекомендації з обліку та картування засміченості посівів. Дніпропетровськ, 1974. 35 с.
322. Доспехов Б.А. Методика польового досвіду (з основами статистичної обробки результатів досліджень). 1973. – 336 с.
323. ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. Наказ Міністерство аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.
324. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Тараненко А.О., Цьова Ю.А. Удосконалення технології отримання високоякісних органічних добрив з використанням супутньопластової води та пробіотичних препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 192-203. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-14
325. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 24.05.2013 № 425 Про затвердження Методичних рекомендацій "Методи виділення та ідентифікації сальмонел"
326. Мартянов В.П. Методичні вказівки для підготовки та написання робіт з економічної та енергетичної оцінки результатів досліджень. Харків : ред.-вид. відділ ХДАУ, 1996. 30 с.
327. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. Київ, 2004 162 с.
328. Тарарико Ю. О. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2005. 508 с.
329. Танчик С. П., Сальніков С. М. Вплив систем землеробства на динаміку показників родючості ґрунту агрофітоценозу буряків цукрових. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. №3. С. 46–49.
330. Овсинський І. Є. Нова система землеробства. Львів, 2017. 106 с.

331. Moskalevska Yu.P., Patyka M.V., Karpenko O.Yu. Particularities of microbiota forming in modal black soil in Wooded Steppe of Ukraine and its bioactivity under different systems of crop farming. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. № 17. С. 324-329.
332. Iutynska H. O. Microbial biotechnology for the implementation of the new global program for sustainable development of the Ukrainian agrosphere. *Agroecological Journal*. 2018. № 2. P. 149 – 155.
333. Karlsson I., Friberg H., Kolseth A.K., Steinberg C., Persson P. Agricultural factors affecting Fusarium communities in wheat kernels. *International Journal Food Microbiol.* 2017. № 252. P. 53–60. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.04.011.
334. Liuta V. A., Kononov O. V. Workshop on Microbiology. Kyiv: Medicine, 2018. 345 p.
335. Iutynska H. O. Microbial biotechnology for the implementation of the new global program for sustainable development of the Ukrainian agrosphere. *Agroecological Journal*. 2017. № 2. С. 149– 155.
336. Patyka V. P., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2014. № 76(1). P. 21–26.
337. Barriuso J., Ramos Solano B., Gutiérrez Mañero F.J. Protection against pathogen and salt stress by four plant growth-promoting rhizobacteria isolated from Pinus sp. on Arabidopsis thaliana. *Phytopathology*. 2021. № 98(6). P. 666–672.
338. Kandenbergh L.P., Garcia L.M, Rodrigues C., Camara M.C.. Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*. 2020. № 3(3). P. 629–648. DOI: 10.3934/ microbiol.2017.3.629
339. La marque AB / L'Agriculture Biologique [Electronic resource]. – Available from : <http://www.agencebio.org/la-marque-ab>.
340. 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. P. 11–18. DOI: 10.1515/ intag-2016-0093
341. Kaminskyi A ., Nehrey M., Komar M. Complex Risk Analysis of Investing in Agriculture ETFs. *International Journal of Industrial Engineering & Production*. 2020. Vol. 31, No. 4. P. 579 -586. DOI: 10.22068/ijiepr.31.4.579.
342. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Бутило А.П., Опришко В.П. Землеробство: навч. підруч. Київ : Лазурит-Поліграф, 2013. 376 с.
343. Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті : затв. наказом МОЗ від 14.07.2020 № 1595. Офіційний вісник України. 2020. № 20. С. 136–155.
344. Коваленко О. А. Застосування біопрепаратів в технології вирощування зернових культур за умов природного зволоження та зрошення зони Південного Степу України : науково-практичні рекомендації. Миколаїв : МНАУ, 2019. 48 с.
345. Звалін А.А. Застосування біопрепаратів при обробітку польових культур. *Досягнення науки та техніки АПК*. 2011. № 8. С. 9–11.
346. Shuvar A. Formation of the flax agrocenosis within the organic production in the forest and steppe zone of Western region. *Sustainable development foothill and mountainous regions* (Collective monograph: agriculture, crop production, plantbreeding and seed production, feed production, animal husbandry, economy) LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020. P. 103-129.
347. United Nations Conference on Sustainable Development or Rio+20, UNCSD 2012 : веб-сайт URL: <http://www.uncsd2012.org/rio20/index.php?page=view&type=13&nr=50&men=46> (дата звернення: 15.11.2022).
348. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Найдьонова В. О., Малярчук А. С. Енергетична оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур при зрошенні. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 3-4. С. 8-14.
349. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ :

Аграрна освіта, 2001. 591 с.

350. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Наукові засади відновлення техногенно порушених земель сільськогосподарського призначення в умовах воєнних дій в Україні: монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 312 с.

351. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Теоретико-методологічні засади сталого функціонування агроєкосистем в контексті продовольчої та екологічної безпеки України : монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 388 с.

352. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Dychenko O., Shpyrna V., Lastovka V., Husinsky D., Zhylin O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertilizer. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. 26 (5). P. 301–309 <https://doi.org/10.12911/22998993/201384>

353. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Taranenko S., Mostoviak I., Berezovskyi A., Dychenko O., Shpyrna V., Zhylin O., Oliynyk A. Microbiological Evaluation of Biodegradation Processes of Solid Waste in Reclaimed Landfills. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2025. Volume 27. P. 354-360 <https://ros.edu.pl/index.php?id=1577&lang=en>

354. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Mostoviak I., Milenko O., Pischalenko M., Lavrinenko I., Taranenko S. Environmental Aspects of Using *Bacillus Subtilis* to Improve the Quality of Irrigation Water. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. 25(9). P. 218–225 <https://doi.org/10.12911/22998993/191149>

355. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Ластовка В. П., Гусинський Д. В., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Використання пластової мінералізованої води та бішофіту як некореневого підживлення на посівах сільськогосподарських культур. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 1. Том 28. С. 50-54 <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.09>

356. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Механізм дії пластової мінералізованої води на культурні рослини і бур'яни. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 2 (47). С. 124-131 <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.17>
357. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Галицька М.А, Шпирна В. Г., Жилін О. С. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та бішофіту *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 30. С. 128-134 <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.19>
358. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М. С., Жилін О. С. Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Частина 2. С. 347-354 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.39>.
359. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Шпирна В. Г., Жилін О. С., Грищенко О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* №3 (48), 2025. С. 79-85. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-3.10>.
360. Писаренко П. В., Шпирна В. Г., Олійник А. О., Жилін О. С. Оцінка еколого-економічної ефективності очистки техногенно забруднених агроценозів. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VI міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 21 грудня 2022 р. Полтава, 2022. С. 52-55.
361. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Жилін О.С., Серета Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 25 травня 2023 р. Полтава, 2023. С. 7-11.

362. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Відновлення якості поливної води в контексті сталого функціонування агроєкосистем. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VII міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 13 груд. 2023 р. Полтава, 2023. С. 103-108
363. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Серета Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 27 травня. 2024 р. Полтава, 2024. С. 16-19.
364. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Галицька М.А., Гусинський Д.В., Жилін О.С. Вплив техногенно забруднених земель на сільськогосподарські угіддя. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 12 грудня 2024 р. м. Полтава, 2024. С. 70-73
365. Писаренко П.В., Жилін О.С. Використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів як некореневого підживлення на посівах кукурудзи. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 23 травня 2025 р. Полтава, 2025. С. 40-43
366. Писаренко П.В., Жилін О.С. Застосування мінералізованої пластової води та пробіотичних комплексів для підживлення кукурудзи як чинник підвищення врожайності. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та*

економічний аспекти : матеріали ІХ міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 12 груд. 2025 р. Полтава, 2025. С. 76-79

367. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Фітотоксична оцінка використання біологічних методів очистки ґрунтів сільськогосподарського призначення, забруднених внаслідок воєнних дій. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти*: матер. VIII Всеукр. наук.-практ. заоч. конф., м. Київ, 17 травня 2025 р. Київ: МДУ, 2025. С. 124-127

368. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Achievements of Science and Applied Research: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. May 19-21, 2025. Dublin, Ireland, 2025.* С. 14-18

369. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В.Г. Використання бішофіту в посівах пшениці озимої. *Science and Information Technologies in the Modern World: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. May 21-23, 2025. Athens, Greece.* С. 40-43.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, В ЯКИХ ВИСВІТЛЕНО ОСНОВНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у закордонних наукових виданнях які внесені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science:

1. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Dychenko O., Shpyrna V., Lastovka V., Husinsky D., Zhylin O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertilizer. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. 26 (5). P. 301–309 <https://doi.org/10.12911/22998993/201384> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, написання статті).

2. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Taranenko S., Mostoviak I., Berezovskyi A., Dychenko O., Shpyrna V., Zhylin O., Oliynyk A. Microbiological Evaluation of Biodegradation Processes of Solid Waste in Reclaimed Landfills. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2025. Volume 27. P. 354-360 <https://ros.edu.pl/index.php?id=1577&lang=en> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, написання статті).

Публікації в наукових фахових виданнях України:

3. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Ластовка В. П., Гусинський Д. В., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Використання пластової мінералізованої води та бішофіту як некореневого підживлення на посівах сільськогосподарських культур. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 1. Том 28. С. 50-54 <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.09> (35 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, узагальнення, написання статті).

4. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Механізм дії пластової мінералізованої води на культурні рослини і бур'яни. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025.

Випуск 2 (47). С. 124-131 <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.17> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, узагальнення, написання статті).

5. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Галицька М.А, Шпирна В. Г., Жилін О. С. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та бішофіту *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 30. С. 128-134 <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.19> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

6. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серета М. С., Жилін О. С. Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Частина 2. С. 347-354 <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.39> (45 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

7. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю., Шпирна В. Г., Жилін О. С., Грищенко О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* №3 (48), 2025. С. 79-85. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-3.10> (40 % авторства, проведення досліджень, отримання експериментальних даних, аналіз та узагальнення, написання статті).

Матеріали й тези доповідей на конференціях:

8. Писаренко П. В., Шпирна В. Г., Олійник А. О., Жилін О. С. Оцінка еколого-економічної ефективності очистки техногенно забруднених агроценозів. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та*

економічний аспекти : матеріали VI міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 21 грудня 2022 р. Полтава, 2022. С. 52-55.

9. Писаренко П. В., Самойлік М.С., Жилін О.С., Серета Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 25 травня 2023 р. Полтава, 2023. С. 7-11.

10. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Відновлення якості поливної води в контексті сталого функціонування агроєкосистем. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VII міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 13 груд. 2023 р. Полтава, 2023. С. 103-108.

11. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Серета Б. С. Ефективність використання біологічної очистки техногенно забруднених агроценозів. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 27 травня. 2024 р. Полтава, 2024. С. 16-19.

12. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Галицька М.А., Гусинський Д.В., Жилін О.С. Вплив техногенно забруднених земель на сільськогосподарські угіддя. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроєкологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 12 грудня 2024 р. м. Полтава, 2024. С. 70-73.

13. Писаренко П.В., Жилін О.С. Використання супутньо-пластової води та пробіотичних препаратів як некореневого підживлення на посівах кукурудзи. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального*

природокористування в контексті сталого розвитку: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 23 травня 2025 р. Полтава, 2025. С. 40-43.

14. Писаренко П.В., Жилін О.С. Застосування мінералізованої пластової води тапробіотичних комплексів для підживлення кукурудзи як чинник підвищення врожайності. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти* : матеріали IX міжнар. наук.-практ. інтернет – конф., м. Полтава, 12 груд. 2025 р. Полтава, 2025. С. 76-79.

15. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Фітотоксична оцінка використання біологічних методів очистки ґрунтів сільськогосподарського призначення, забруднених внаслідок воєнних дій. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти*: матер. VIII Всеукр. наук.-практ. заоч. конф., м. Київ, 17 травня 2025 р. Київ: МДУ, 2025. С. 124-127.

16. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Комплексне використання пробіотичних препаратів та бішофіту в агросистемах. *Achievements of Science and Applied Research: Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. May 19-21, 2025. Dublin, Ireland, 2025. С. 14-18*

17. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В.Г. Використання бішофіту в посівах пшениці озимої. *Science and Information Technologies in the Modern World: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. May 21-23, 2025. Athens, Greece. С. 40-43.*

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати
дисертації:**

Монографії

18. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Жилін О. С., Шпирна В. Г. Теоретико-методологічні засади сталого функціонування агроєкосистем в контексті продовольчої та екологічної безпеки України : монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 388 с.

19. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Шпирна В. Г., Жилін О. С. Наукові засади відновлення техногенно порушених земель сільськогосподарського призначення в умовах воєнних дій в Україні: монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 312 с.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідних робіт у виробництво

Даним актом підтверджується, що результати наукової роботи згідно дисертаційної роботи на тему: «Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків» за спеціальністю 201 – Агронімія, виконаної здобувачем вищої освіти доктора філософії Жиліна Олексія Сергійовича, яка здійснювалася протягом 2022, 2023 та 2024 років, впроваджені в умовах ПСП «НИВА» на території Полтавської обл., Миргородського р-н, с. Баранівка.

Вид впровадження результатів: застосовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) у посівах кукурудзи (гібрид Колективний 244 МВ).

Рік та об'єм впровадження: 2022 рік, 2023 рік та 2024 рік.
Площа – 30 га.

Отриманий економічний ефект від впровадження у виробництво комплексної системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків: середній рівень рентабельності для гібриду Колективний 244 МВ: 2022 рік – 89,0% 2023 рік – 88,1%; 2024 рік – 87,9%.

Виконавець _____



Олексій ЖИЛІН

Від господарства:
Директор _____



Юрій ЦЬОВА





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, тел./факс: (0532) 50-02-73,
E-mail: pdau@pdau.edu.ua <https://www.pdau.edu.ua> Код ЄДРПОУ 00493014

13.03.2026 № 01-11/39

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження у навчальний процес результатів дисертаційного дослідження здобувача освітньо-наукового ступеня доктора філософії Жиліна Олексія Сергійовича «Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків» спеціальності 201- «Агрономія»

Результати досліджень Жиліна Олексія Сергійовича за темою «Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків», а саме рекомендації щодо удобрення кукурудзи у контексті забезпечення екологічної, продовольчої безпеки регіону та створення сталих агроєкосистем використано при викладанні освітньої компоненти «Агроєкологія» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня Бакалавр ОПП «Екологія» за спеціальністю Е2 Екологія. Встановлений у дисертаційному дослідженні механізм дії суміші пробіотичних препаратів і супутньо-пластової води на мікробний ценоз та хіміко-фізичні властивості ґрунту, використовується при викладанні дисциплін «Екологічно стабільні агроєкосистеми», «Біо- та фіторемедіація ґрунтів» для другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Агроєкологія» за спеціальністю Е2 Екологія. Напрями екологічного землеробства, що ґрунтуються на біосферній парадигмі розвитку суспільства та передбачають формування сталих агроценозів за рахунок використання природніх законів, використовуються при викладанні дисциплін «Оцінка наслідків господарської діяльності на агроєкосистеми», «Менеджмент забруднених територій» для другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Еколого-економічне рослинництво» за спеціальністю Н1 Агрономія.

Проректор з науково-педагогічної
роботи, к.е.н., доцент



Андрій ДОРОШЕНКО

ДОВІДКА

про впровадження наукових розробок у виробництво згідно дисертаційної роботи здобувача вищої освіти ступеня доктор філософії Жиліна Олексія Сергійовича до дисертаційної роботи «Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків» спеціальності 201 «Агрономія»

Результати дисертаційного дослідження здобувача вищої освіти ступеня доктор філософії Жиліна Олексій Сергійович за темою «Біологізація системи удобрення кукурудзи при застосуванні супутньо-пластової води та пробіотиків», а саме застосування суміші пробіотику та супутньо-пластової води у якості основного добрива на посівах кукурудзи протягом 2021-2024 років щорічно впроваджувалися в господарствах Полтавської області.

Автором проводилося супроводження наукових розробок, шляхом оприлюднення результатів досліджень на науково-практичних конференціях, семінарах та «днів поля» в господарствах Полтавської області.

О.С. Жиліним рекомендовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною та як некореневого підживлення.

Впровадження наукових розробок Жиліна О.С. при застосуванні запропонованої системи удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), дозволило отримати приріст урожаю на 63,4% (урожайність – 88,4 ц/га), що значно перевищує середню урожайність даної культури при звичайній технології, в цілому забезпечило значний економічний ефект.

Директор Департаменту агропромислового розвитку Полтавської обласної державної адміністрації



Сергій ФРОЛОВ

Додаток Б

Міністерство освіти і науки України
Полтавський державний аграрний університет
 Лабораторія агроекологічного моніторингу
 м. Полтава.

Свідоцтво про атестацію

№ 029-22

Видане 12 квітня 2022 р.

Чинне 11 квітня 2025 р.

Адреса

36003 м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3

Тел.

(05322)2-27-93

№ 06-05/51

«24» травня 2024 р.

ПРОТОКОЛ ДОСЛІДЖЕННЯ

Найменування зразка:

Проби ґрунту

Кількість

5 шт

Місце відбору проби

ПСП «НИВА», Полтавська обл.,
 Миргородський район,
 Шишацька СТГ, за межами с. Бараніва

Дата отримання проби

17.05.2024 р.

Дата проведення аналізу

17.05-23.05.2024 р.

Мета дослідження

Екологічний моніторинг навколишнього природного середовища

РЕЗУЛЬТАТИ КІЛЬКІСНОГО ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Проведено підготовку проби згідно ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019 Охорона довкілля. Якість ґрунту. Методи відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу (ГОСТ 17.4.4.02-2017, IDT) та необхідні дослідження Лабораторією агроекологічного моніторингу Полтавського державного аграрного університету м. Полтава, були отримані наступні результати.

Показник	Одиниці вимірювання	НД та методи випробувань	Ділянка 1	Ділянка 2	Ділянка 3	Ділянка 4	ГДК*	Фонові
pH _{H2O}	од. pH	ДСТУ ISO 10390:2007	7,51	7,67	7,84	7,81	6,0-9,0	8,10
pH _{KCl}	од. pH	ДСТУ ISO 10390:2007	6,30	6,45	7,04	6,94	-	7,05
Cond.	mS/cm	ДСТУ ISO 10390:2007	0,32	0,30	0,23	0,31	-	0,40
% гумусу	%	ГОСТ 23740-79	3,98	4,10	3,78	4,02	≥2	4,07

Азот загальний (N)	%	ГОСТ 26107-84	0,17	0,15	0,12	0,10	-	0,18	
N - NO ₃ ⁺	мг/кг	ДСТУ ISO/TS14256-1:2005 ГОСТ 26489-85	6,9	6,3	6,8	5,9	-	5,3	
N-NH ₄ ⁺	мг/кг		38,5	43,9	41,8	36,1	-	41,7	
Азот легкогідролізований	мг/кг	ДСТУ 7863:2015	139,61	105,30	124,85	134,5	-	157,6	
P ₂ O ₅	мг/кг	ГОСТ 26204-91	70,20	71,41	75,72	67,29	-	79,32	
		Olsen	9,2	10,9	10,7	19,1	-	10,3	
K ₂ O	мг/кг	ГОСТ 26210-91	53,2	51,23	42,6	55,9	-	65,1	
Гідролітична кислотність (Hr)	мг*екв/100 г	ГОСТ 26212-91	1,9	1,5	1,1	1,3	-	1,1	
Сума поглинутих основ (S)	мг*екв/100 г	ГОСТ 27821-88	35,85	36,15	40,86	35,58	-	38,63	
Ca ²⁺ обм	мг*екв/100 г	ГОСТ 26487-85	10,6	11,2	10,8	12,1	-	12,4	
Mg ²⁺ обм	мг*екв/100 г		0,1	0,5	0,2	0,1	-	0,1	
Обмінний натрій	мг*екв/100 г	ГОСТ 26950-86	0,18	0,21	0,13	0,28	-	0,34	
K+Na	%	ДСТУ 7944:2015	3,7	4,1	4,2	3,9	-	5,0	
S/SO ₄	мг/кг	ДСТУ 8347:2015	5,18	5,51	6,05	5,95	-	7,04	
Сухий залишок	%	ГОСТ 26423-85	0,21	0,25	0,38	0,19	-	0,29	
HCO ₃	%	ОСТ 46-52-76	0,031	0,035	0,116	0,165	-	0,073	
	мг*екв/100 г		0,51	0,57	1,9	2,7	-	1,2	
CO ₃	%		0,04	0,02	-	0,03	-	-**	
	мг*екв/100 г		0,63	0,32	-	0,47	-	-	
Cl	%		0,002	0,002	0,003	0,004	-	0,003	
	мг*екв/100 г		0,07	0,07	0,09	0,1	-	0,09	
SO ₄ ²⁻	%		0,076	0,052	0,026	0,056	-	0,036	
	мг*екв/100 г		1,58	1,08	0,54	1,16	-	0,75	
Свинець	мг/кг		ДСТУ 4770.9:2007	1,22	1,51	2,14	1,08	32,0	1,19

(Pb)								
Кобальт	мг/кг	ДСТУ 4770.5:2007	0,87	0,93	0,39	0,86	5,0	0,63
Марганець (Mn)	мг/кг	ДСТУ 4770.1:2007	44,65	61,87	52,31	24,96	1500	27,63
Мідь	мг/кг	ДСТУ 4770.6:2007	0,33	0,45	0,18	0,64	3,0	0,21
Нікель (Ni)	мг/кг	ДСТУ 7965:2015	0,14	0,21	0,24	0,98	4,0	0,11
Цинк (Zn)	мг/кг	ДСТУ 4770.2:2007	0,38	0,28	0,47	1,01	23,0	0,45
Хром Cr (+6)	мг/кг	ДСТУ 7965:2015	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01
Залізо (Fe)	мг/кг	ДСТУ 7913:2015	38,65	55,95	78,41	24,95	-	42,61
Кадмій	мг/кг	ДСТУ 4770.3:2007	0,10	0,20	0,15	0,31	1,5	0,12
Молибден	мг/кг	ОСТ 10151-88	0,2	0,2	0,1	0,2	-	0,4
Нафтопродукти	мг/кг	МВВ 31-497058-009-2002	85,12	101,45	74,63	77,13	1000	71,65

* - відповідно Наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1595 Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті;

** - відповідно Постанови КМУ від 15.12.2021 № 1325 «Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах»

Механічний склад ґрунту

Проба	Пісок (частинки менше 0,25-2,0 мм)	Мул (пил) (частинки менше 0,005-0,25 мм)	Глина (частинки менше 0,005 мм)	Тип ґрунту
Ділянка 1	24,78	57,92	17,30	Пилуватий середній суглинок
Ділянка 2	25,60	58,54	15,86	
Ділянка 3	21,32	59,42	19,26	
Ділянка 4	20,23	63,43	16,34	
Фон	14,56	67,31	18,13	

Примітка:

- Вищевказані результати аналізу розповсюджуються лише на пред'явлений зразок і не відносяться до конкретної сировини;
- Лабораторія агроекологічного моніторингу ПДАУ не несе відповідальність за правильність відбору проб наданих Замовником на дослідження.

При вимірюванні застосовані такі основні засоби вимірювальної техніки: спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115 У (С-115 ПК) №0479933601-97 (св. №13-21/Р-2355 від 13.05.2024 р.); колориметр фотоелектричний концентраційний, КФК-3 № 9113799 (св. №13-21/Р-2354 від 13.05.2024 р.); рН-метр, рН-150 М №0110 (св. № 13-21/Р-2356 від 13.05.2024 р.); терези торсійні ВЛКТ-500М № 736 (св. № 12-М/0141 від 13.05.2024 р.); терези аналітичні АДВ-200 М № 514 (св. № 12-М/0140 від 13.05.2024 р.); шафа сушільна електрична кругла 2В-151 № 2871 (св. №13-21/Р 0143 від 13.05.2024 р.); муфельна піч Т-40/600 (4217) № 84796 (св. №13-21/Р 0144 від 13.05.2024 р.); набір гир ГА-200 № 514 Н 676 (св. № 12-М/0139 від 13.05.2024 р.).

ВИСНОВОК: Оцінка результатів кількісного хімічного аналізу шифрованих проб ґрунту дозволила встановити наступне:

- у даних пробах ґрунту перевищень ГДК досліджуваних речовин не виявлено; досліджені проби ґрунту по визначених показниках відповідають вимогам Наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1595 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті» (ступінь забруднення - незабруднені);
- за ступенем засоленості зразки ґрунту відносяться до незасолених (додаток 1); за вмістом гумусу - середні; за ступенем кислотності - слаболужні; за вмістом фосфору і калію (за Чиріковим, Olsen) - середні; за гідролітичною кислотністю - нейтральні; за вмістом солей - оптимальні.

Додаток В

Міністерство освіти і науки України
Полтавський державний аграрний університет
 Лабораторія агроекологічного моніторингу
 м. Полтава.

Свідоцтво про атестацію

№ 029-22

Видане 12 квітня 2022 р.

Чинне 11 квітня 2025 р.

Адреса

36003 м. Полтава, вул. Сковороди, 1/3

Тел.

(05322)2-27-93

№ 05-11/47

«13» листопада 2023 р.

ПРОТОКОЛ ДОСЛІДЖЕННЯ

У відповідності з інструкціями, отриманими від **Замовника**, Лабораторією було проведено дослідження пред'явлених зразків.

Замовник

ПДАУ

Місце відбору
проби

територія Глинсько-
Розбишівського
родовища,

Найменування
зразка:

Полтавська область.
супутньо-
пластова води

Кількість

1 проба (трьохкратна
повторюваність)

Дата
отримання
проби

07.11.2023 р.

Мета дослідження

Екологічний моніторинг
навколишнього середовища

Дата проведення
аналізу

07.11 – 13.11.2023 р.

РЕЗУЛЬТАТИ КІЛЬКІСНОГО ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ

Проведено підготовку проби згідно ДСТУ ISO 5667-11:2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод та необхідні дослідження Лабораторією агроекологічного моніторингу Полтавського державного аграрного університету м. Полтава, були отримані наступні результати:

Показник	Одиниці вимірювання	Методика вимірювання	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Усереднені дані
Макросклад супутньо-пластових вод, макрокомпоненти, г/дм³						
Температура	°С	МВВ 081/12-0311-06	+16	+14	+16	+15
pH	-	ДСТУ 4077-2001	8,9	8,8	8,9	8,8
Na+K	г/дм ³	ДСТУ ISO 9964-3:2015	50,1	50,2	47,7	49,3
Ca ²⁺	г/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	10,2	11,1	11,5	10,9
Mg ²⁺	г/дм ³		0,9	1,1	1,0	1,0
Cl ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9297:2007	97,5	94,7	102,5	98,2
SO ₄ ²⁻	г/дм ³	ГОСТ 4389-72	7,5	6,7	7,2	7,1
HCO ₃ ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9963-1:2007	0,89	0,90	1,10	0,96

Мікросклад супутньо-пластових вод, мг/дм ³						
Літій	мг/дм ³	ПНД.Ф 14.1:2.253-09	3,9	3,9	3,9	3,9
Стронцій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	58,5	45,1	38,1	47,2
Хром	мг/дм ³	ДСТУ ISO 18412:2017	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Кобальт	мг/дм ³	МУ 31-14/06	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Цинк	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,027	0,025	0,028	0,026
Нікель	мг/дм ³	ДСТУ 7150:2010	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Свинець	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,001	0,001	0,001	0,001
Ртуть	мг/дм ³	ДСТУ EN 1483:2013	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Мідь	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72	0,014	0,018	0,015	0,015
Кадмій	мг/дм ³	ДСТУ ISO 15586:2012	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Бром	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	578,2	581,3	581,9	580,4
Йод	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	12,11	12,75	11,75	12,20
Магній	мг/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	124,5	120,8	122,5	122,60
Миш'як	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89	0,003	0,004	0,004	0,004
Бор	мг/дм ³	ГОСТ 31949-2012	2,09	2,05	2,05	2,04
Органічна речовина, %						
Вміст нафто-вуглеводнів	%	ДСТУ ISO 9377-2:2015 ПНД Ф 14.1:2:4.5-95	3-5			

Вищевказані результати аналізу розповсюджуються лише на пред'явленій зразок і не відносяться до конкретної сировини.

При вимірюванні застосовані такі основні засоби вимірювальної техніки: спектрофотометр атомно-абсорбційний С-115 У (С-115 ПК) №0479933601-97 (св. №13-21/Р-2355 до 13.04.2024 р.); колориметр фотоелектричний концентраційний, КФК-3 № 9113799 (св. №13-21/Р-2354 до 13.04.2024 р.); комбінований вимірювач рН, питомої електропровідності, мінералізації та вмісту розчиненого кисню з класом захисту від потрапляння води ІР6 № 8603 (св. №13-21/2366 до 13.04.2024); рН-метр, рН-150 М №0110 (св. № 13-21/Р-2356 до 13.04.2024 р.); терези торсійні ВЛКТ-500М № 736 (св. № 12-М/0141 до 14.04.2024 р.); терези аналітичні АДВ-200 М № 514 (св. № 12-М/0140 до 14.04.2024 р.); шафа сушильна електрична кругла 2В-151 № 2871 (св. №13-21/Р 0143 до 14.04.2024 р.); муфельна піч Т-40/600 (4217) № 84796 (св. №13-21/Р 0144 до 13.04.2024 р.); набір гир ГА-200 № 514 Н 676 (св. № 12-М/0139 до 14.04.2024 р.).

Додаток Г

**1. Розрахунки виробничих затрат на вирощування 1 га кукурудзи на зерно при внесенні гною, отриманого за різною технологією
Контроль (без внесення)**

Оборотні засоби			
Показники	Витрати ресурсів на 1 га	Коштовність одиниці ресурсів, грн.	Затрати, грн
Пальне	192,9 л	54,0	9876,6
Насіння	25 кг	75,0	1875,0
Всього			11751,6
Трудові ресурси			
Професія	Час роботи, год	Оплата праці, грн/год	Виплати, грн
Трактористи	10,57	90	951,3
Шофера	2,75	80	220
Ремонтні працівники	4,89	80	391,2
Інженерно-технічні працівники	1,62	100	162
Всього			1724,5
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			10750
Накладні витрати			3624,4
Всього			14374,4
Разом по варіанту			27 850,5

Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06

Оборотні засоби			
Показники	Витрати ресурсів на 1 га	Коштовність одиниці ресурсів, грн.	Затрати, грн
Пальне	232 л	54,0	12528,0
Насіння	25 кг	75,0	1875,0
Органічні добрива	15000 кг	0,5	7500
Всього			21903,0
Трудові ресурси			
Професія	Час роботи, год	Оплата праці, грн/год	Виплати, грн
Теж що варіант 1 +			1724,5

Трактористи	1,1	90	99,0
Всього			1823,5
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			11825,1
Накладні витрати			3924,4
Всього			15749,5
Разом по варіанту			39476,0

Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 10%))

Оборотні засоби			
Пальне	232 л	54,0	12528,0
Насіння	25 кг	75,0	1875,0
Пробіотик Світеко	150 л	23,5	3500,0
СПВ	250 л	1	250,0
Всього			18153,0
Трудові ресурси			
Трактористи	9,89	90	890,1
Шофера	2,91	80	232,8
Ремонтні працівники	4,95	80	396
Інженерно-технічні працівники	2,75	100	275
Всього			1793,9
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			10715,8
Накладні витрати			3750,2
Всього			14466,0
Разом по варіанту			34412,9

Внесення СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) як основного добрива

Оборотні засоби			
Пальне	220,9 л	54,0	11388,6
Насіння	25 кг	75	1875
СПВ	900 л	1	900
Пробіотик Світеко	10 л	23,5	235
Всього			14398,6
Трудові ресурси			
Професія	Час роботи, год	Оплата праці,	Виплати, грн

		грн/год	
Трактористи	12,8	90	1152
Шофера	2,80	80	224
Ремонтні працівники	2,93	80	234,4
Інженерно-технічні працівники	1,70	100	170
Всього			1780,4
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			11900,0
Накладні витрати			3721,5
Всього			15621,5
Разом по варіанту			31800,5

Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))

Оборотні засоби			
Пальне	260,9 л	54,0	14628,6
Насіння	25 кг	75	1875
СПВ	300 л	1	300
Пробіотик Світеко	20 л	23,5	470
Всього			17273,6
Трудові ресурси			
Професія	Час роботи, год	Оплата праці, грн/год	Виплати, грн
Трактористи	14,5	90	1305
Шофера	3,10	80	248
Ремонтні працівники	4,95	80	396
Інженерно-технічні працівники	2,90	100	290
Всього			2239,0
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			11964,7
Накладні витрати			3810,2
Всього			15774,9
Разом по варіанту			35287,5

Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))

Оборотні засоби			
Пальне	255,4 л	54,0	13331,6
Насіння	25 кг	75	1875
СПВ	950 л	1	950
Пробіотик Світеко	20 л	23,5	470
Всього			16626,6
Трудові ресурси			
Професія	Час роботи, год	Оплата праці, грн/год	Виплати, грн
Трактористи	15,1	90	1359
Шофера	2,95	80	236
Ремонтні працівники	3,25	80	260
Інженерно-технічні працівники	2,10	100	210
Всього			2065,0
Основні засоби			
Амортизація основних засобів			11977,7
Накладні витрати			3750,1
Всього			15727,8,9
Разом по варіанту			34419,4

2. Розрахунок затрат сукупної енергії на оборотні засоби (Q_{3f}), що використовуються при вирощуванні та збиранні 1 га кукурудзи на зерно, отриманого за різною технологією (на основі типової технологічної карти), МДж/га.

Ресурси (оборотні засоби)	Витрати ресурсів на 1 га, кг.	Результати розрахунків	
		Енергетичний еквівалент, МДж/га	Затрати сукупної енергії, МДж/га
1. Контроль			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792
Паливо рідке	192,9 л	79,5	15335,6
Разом по варіанту			16127,6
2. Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792

Паливо рідке	232 л	79,5	18444,0
Органічні добрива	15000 кг	0,42	6300
Разом по варіанту			25536,0
3. Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 10%))			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792
Паливо рідке	232 л	79,5	18444,0
Пробіотик Світеко	10 л	1,50	15,0
СПВ	250 л	0,25	62,5
Разом по варіанту			19313,5
4. Внесення СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) як основного добрива			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792
Паливо рідке	220,9 л	79,5	17561,55
Пробіотик Світеко	10 л	1,50	15
СПВ	900 л	0,25	225
Разом по варіанту			18593,6
5. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792
Паливо рідке	260,9 л	79,5	21536,6
Пробіотик Світеко	20 л	1,50	30
СПВ	300 л	0,25	75
Разом по варіанту			21801,05
6. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))			
Насіння кукурудзи	25 кг	31,68	792
Паливо рідке	255,4 л	79,5	20304,3
Пробіотик Світеко	20 л	1,50	30
СПВ	950 л	0,25	237,5
Разом по варіанту			21363,8

**3. Розрахунок затрат сукупної енергії трудові ресурси (Q_{sf}), що використовуються на при вирощуванні та збиранні 1 га кукурудзи на зерно, отриманого за різною технологією
(на основі типової технологічної карти), МДж/га.**

Професія	Затрати праці на 1 га, люд.-год.	Результати розрахунків	
		Енергетичний еквівалент, МДж/люд.-год.	Затрати сукупної енергії, МДж/га
1. Контроль			
Трактористи	10,57	43,4	458,738
Шофера	2,75	43,1	118,525
Ремонтні робочі	4,89	41,8	204,402
Інженерно-технічні працівники	1,62	67,0	108,54
Разом по варіанту			890,2
2. Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06			
Теж що варіант 1 +			890,1
Трактористи	1,10	43,4	47,7
Разом по варіанту			937,8
3. Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик Світеко-Агробіотик-01 100 л/т (розбавлення 10%))			
1. Контроль			
Трактористи	9,89	43,4	429,226
Шофера	2,91	43,1	125,421
Ремонтні робочі	4,95	41,8	206,91
Інженерно-технічні працівники	2,75	67,0	184,25
Разом по варіанту			945,8
4. Внесення СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) як основного добрива			
Трактористи	12,8	43,4	555,52
Шофера	2,80	43,1	120,68
Ремонтні робочі	2,93	41,8	122,474
Інженерно-технічні працівники	1,70	67,0	113,9

Разом по варіанту			912,57
5. Внесення СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення) як основного добрива			
Трактористи	14,5	43,4	629,3
Шофера	3,10	43,1	133,61
Ремонтні робочі	4,95	41,8	206,91
Інженерно-технічні працівники	2,90	67,0	194,3
Разом по варіанту			1164,12
5. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))			
Трактористи	14,5	43,4	655,34
Шофера	3,10	43,1	127,145
Ремонтні робочі	4,95	41,8	135,85
Інженерно-технічні працівники	2,90	67,0	140,7
Разом по варіанту			1059,04

4. Розрахунок затрат сукупної енергії на основні засоби виробництва (Q_{1f}), які використовуються при вирощуванні та збиранні 1 га кукурудзи на зерно при внесенні гною, отриманого за різною технологією (на основі типової технологічної карти), МДж/га.

Роботи	Трактори, шасі, автомашини, с.г. машини		Маса трактора, шасі та ін., кг	Загальна маса (M_7), кг	Продуктивність машин, га, т, т.км/год	Час роботи машини (W_7), год/га	Результати розрахунків		
	марка	кількість					($M_7 \times W_7$) кг.год/га	Енергетичний еквівалент	Затрати сукупної енергії, МДж/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Контроль									
Луцнення стерні	Т-150	1	6975	3160	7 га	0,14	976,5	0,0243	23,73
	ЛДГ-15А	1	3765	3765	7 га	0,14	527,1	0,080	42,16
Оранка	МТЗ-80	1	3160	3160	1,9 га	0,66	4603,5	0,0243	11,87
	ПЛН-5-35	1	800	800	1,9 га	0,66	528,0	0,036	19,00
Боронування	МТЗ-80	1	3160	3160	9,2 га	0,076	530,1	0,0243	12,88
	ЗБТС-1	6	161	966	9,2 га	0,076	73,42	0,102	7,48
	СП-11	1	915	915	9,2 га	0,076	69,54	0,080	5,56
Культивація боронуванням	МТЗ-80	1	3160	3160	4,0 га	0,25	1743,8	0,0243	42,37
	КПС-4	2	969	1938	4,0 га	0,25	484,5	0,051	24,71
	СП-11	1	915	915	4,0 га	0,25	228,8	0,080	18,30
	БЗСС-1	8	35	280	4,0 га	0,25	70,0	0,102	7,14
Передпосівна культивация	МТЗ-80	1	3160	3160	4,0 га	0,25	1743,8	0,0243	42,37
	КПС-4	2	969	1938	4,0 га	0,25	484,5	0,051	24,71

боронуванням	СП-11	1	915	915	4,0 га	0,25	228,8	0,080	18,30
	БЗСС-1	8	35	280	4,0 га	0,25	70,0	0,102	7,14
Транспортування насіння з розрахунку 0,25 ц/га на 7 км)	ГАЗ-53А	1	3250	3250	3 т	0,001	3,2	0,0143	0,04
Сівба	МТЗ-80	1	3160	3160	18,03 га	0,38	1227,6	0,0243	29,83
	СУПН-8	1	1126	1126	18,03 га	0,38	427,88	0,107	45,78
Досходове боронування	МТЗ-80	1	3160	3160	68,0 га	0,102	711,45	0,0243	17,28
	ЗБСС-1	6	35	210	68,0 га	0,102	21,42	0,102	2,18
	СП-16	1	1762	1762	68,0 га	0,102	179,72	0,080	14,38
Боронування	МТЗ-80	1	3160	3160	68,0 га	0,102	711,45	0,0243	17,28
	ЗБСС-1	6	35	210	68,0 га	0,102	21,42	0,102	2,18
	СП-16	1	1762	1762	68,0 га	0,102	179,72	0,080	14,38
Міжрядний обробіток	МТЗ-80	1	3160	3160	18,36 га	0,382	1207,1	0,0243	29,33
	КРН-5,6	1	1300	1300	18,36 га	0,382	496,6	0,051	25,32
Міжрядний обробіток	МТЗ-80	1	3160	3160	18,36 га	0,382	1207,1	0,0243	29,33
	КРН-5,6	1	1300	1300	18,36 га	0,382	496,6	0,051	25,32
Збирання врожаю	Т-150	1	6975	6935	4,25 га	1,15	8021,2	0,0243	194,92
	“Херсонець-7В”	1	3770	3770	4,25 га	1,15	4335,5	0,124	537,60
Транспортування зерна кукурудзи (з розрахунку 32,9 ц/га)	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	30,17 га	0,77	2429,4	0,0243	59,04
	ГКБ-8350	1	3500	3500	30,17 га	0,77	2702	0,0263	71,06
Разом по варіанту				Q _{1f} = 1422,99 МДж/га					
2. Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06									
Теж, що в контролі									1422,99
Навантаження	ДТ-75М	1	6000	6000	45 т	0,33	1980,0	0,0243	48,11

органічних добрив (з розрахунку 15 т/га)	ПЕ-35	1	1250	1250	45 т	0,33	412,5	0,048	19,80
Транспортування органічних добрив	МТЗ-80	1	3160	3160	6,0 т	2,5	7900	0,0243	191,97
	2ПТС-6	1	1880	1880	6,0 т	2,5	4700	0,0263	123,61
Внесення органічних добрив	ДТ-75М	1	6110	6110	10 га	0,10	305,5	0,0243	7,42
	РУН-15Б	1	2146	2146	10 га	0,10	107,3	0,058	6,22
Транспортування додаткової продукції (з розрахунку 20,8 ц/га)	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	30,17 т	0,50	1573,5	0,0243	38,24
	ГКБ-8350	1	3500	3500	30,17 т	0,50	1750	0,0263	46,02
Разом по варіанту				Q _{1f} = 1904,38 МДж/га					
3. Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик Світеко-Агробіотик-01 100 л/т (розбавлення 10%))									
Теж, що варіант 2 +									1904,38
Разом по варіанту				Q _{1f} = 1904,38 МДж/га					
4. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)									
Теж, що варіант 1 +									1422,99
Транспортування СПВ, 600 л/га	АЦ-8,7-5320	1	15228	15228	8,7 т	0,56	8527,68	0,0143	85,12
Транспортування пробіотику, 100 л/га	АЦ-8,7-5320	1	15228	15228	8,7 т	0,10	187,5	0,0043	15,15
Внесення СПВ 600 л/га +пробіотик	ЮМЗ-6Л	1	3147	3147	15 га	0,25	786,75	0,0243	19,11
	ОП-2000	1	1550	1550	15 га	0,25	387,5	0,246	95,32
Транспортування додаткової продукції (з розрахунку 4,1 ц/га)	ГАЗ-53Б	1	3250	3250	36 т.км.	0,08	273,3	0,0143	3,9
Очистка додаткового	Ел. дв.	1	221,5	221,5	25 т	0,02	4,43	0,211	0,93

зерна (з розрахунку 4,1 ц/га)	ЗАВ-40	1	22320,0	22320	25 т	0,02	446,4	0,148	66,1
Разом по варіанту				Q _{1f} = 1813,27 МДж/га					
5. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))									
Теж, що варіант 3 +									
Транспортування СПВ, 50 л/га	АЦ-8,7-5320	1	15228	15228	8,7 т	0,56	8527,68	0,0143	85,12
Транспортування пробіотику, 100 л/га	АЦ-8,7-5320	1	15228	15228	8,7 т	0,10	187,5	0,0043	15,15
Внесення СПВ 50 л/га +пробіотик	ЮМЗ-6Л ОП-2000	1	3147	3147	15 га	0,25	786,75	0,0243	19,11
		1	1550	1550	15 га	0,25	387,5	0,246	95,32
Транспортування додаткової продукції (з розрахунку 4,1 ц/га)	ГАЗ-53Б	1	3250	3250	36 т.км.	0,08	273,3	0,0143	3,9
Очистка додаткового зерна (з розрахунку 4,1 ц/га)	Ел. дв. ЗАВ-40	1	221,5	221,5	25 т	0,02	4,43	0,211	0,93
		1	22320,0	22320	25 т	0,02	446,4	0,148	66,1
Разом по варіанту				Q _{1f} = 2141,6 МДж/га					
6. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))									
Теж, що варіант 4 +									
Транспортування СПВ, 50 л/га	АЦ-8,7-5320	1	15228	15228	8,7 т	0,56	8527,68	0,0143	85,12
Транспортування	АЦ-8,7-	1	15228	15228	8,7 т	0,10	187,5	0,0043	15,15

пробіотику, 100 л/га	5320								
Внесення СПВ 50 л/га +пробіотик	ЮМЗ- 6Л ОП-2000	1	3147	3147	15 га	0,25	786,75	0,0243	19,11
		1	1550	1550	15 га	0,25	387,5	0,246	95,32
Транспортування додаткової продукції (з розрахунку 4,1 ц/га)	ГАЗ-53Б	1	3250	3250	36 т.км.	0,08	273,3	0,0143	3,9
Очистка додаткового зерна (з розрахунку 4,1 ц/га)	Ел. дв. ЗАВ-40	1	221,5	221,5	25 т	0,02	4,43	0,211	0,93
		1	22320,0	22320	25 т	0,02	446,4	0,148	66,1
Разом по варіанту				Q _{1f} = 2096,45 МДж/га					

Додаток Д

Економічна ефективність використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у технології вирощування кукурудзи (2023 р.)

Показники на 1 га	Варіанти					
	Контроль (без внесення органічних добрив)	Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК- 09.06 [179], 6 місяців	Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))
Урожайність, ц/га	53,0	61,1	77,6	70,8	86,6	81,0
Вартість урожаю, грн.	39763,5	45790,5	58212,0	53067,0	64974,0	60784,5
Виробничі витрати, грн	27293,5	38686,5	33724,6	31164,5	34581,8	33731,0
Чистий прибуток, грн	12470,0	7104,0	24487,4	21902,5	30392,3	27053,5
Рентабельність, %	45,6	19,1	71,8	69,8	88,1	80,3

Економічна ефективність використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у технології вирощування кукурудзи (2022 р.)

Показники на 1 га	Варіанти					
	Контроль (без внесення органічних добрив)	Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців	Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ дозою 250 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 500 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))
Урожайність, ц/га	53,5	61,7	78,4	71,5	87,5	81,9
Вартість урожаю, грн.	40161,1	46248,4	58794,1	53597,7	65623,7	61392,3
Виробничі витрати, грн	27566,4	39073,3	34061,9	31476,1	34927,6	34068,3
Чистий прибуток, грн	12594,7	7175,1	24732,2	22121,5	30696,2	27324,0
Рентабельність, %	46,1	19,3	72,5	70,5	89,0	81,1