

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр**

**на тему: «Оцінка біологічних методів отримання високоякісних
добрив з використанням мікробіологічних препаратів»**

**Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньою програмою Екологія
спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 101Еко_бд**

Вівчаренко Станіслав Олександрович

**Керівник: Писаренко Павло Вікторович,
доктор сільськогосподарських наук,
професор**

**Рецензент: Міленко О.Г., кандидат
сільськогосподарських наук, доцент**

Полтава – 2023 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля

Освітня програма Екологія
Спеціальність 101 Екологія
Рівень вищої освіти бакалаврський

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Павло ПИСАРЕНКО

«__» «_____» 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Вівчаренка Станіслава Олександровича

1. Тема роботи: «ОЦІНКА БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ДОБРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ»

керівник роботи: д.с-г.н., професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Писаренко Павло Вікторович
Затверджено засіданням кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

протокол №__ від «__» «_____» 20__р.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «__» «_____» 2024р.

3. Вихідні дані до роботи: Дані щодо проведення досліджень сільськогосподарських угідь ПСП «Нива» (Полтавська обл., Шишацький (Миргородський) р-н, с. Баранівка).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Розділ 1. Екологізація системи удобрення сільськогосподарських культур

Розділ 2. Удосконалення технології отримання високоякісних добрив з використанням спв та пробіотичних препаратів

2.1 Використання СПВ та пробіотичних препаратів для покращання якості органічних добрив

2.2 Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур

5. Перелік графічного матеріалу: карти, рисунки, графіки, гістограми за темою та об'єктом дослідження.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я Прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав

7. Дата видачі завдання: «__» «_____» 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1. Вибір і затвердження теми роботи		
2. Складання та погодження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу		
3. Опрацювання літературних джерел		
4. Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5. Виконання теоретичного розділу роботи		
6. Виконання дослідницького (експериментального) розділів роботи		
7. Оформлення тексту роботи		
8. Попередній захист роботи на кафедрі		
9. Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10. Нормоконтроль		
11. Захист кваліфікаційної роботи		

Здобувач вищої освіти _____ Станіслав ВІВЧАРЕНКО

Керівник роботи _____ Павло ПИСАРЕНКО

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	7
РОЗДІЛ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ДОБРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СПВ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ....	19
2.1 Використання СПВ та пробіотичних препаратів для покращання якості органічних добрив	19
2.2 Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур.....	29
ВИСНОВКИ.....	42
ЛІТЕРАТУРА.....	44

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. 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. Вплив техногенних чинників на земельні ресурси призводять до порушення сталого функціонування агроєкосистем, механізмів відновлення якісних характеристик ґрунтів, створює екологічну та продовольчу небезпеку даних територій.

Проблемам 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., Будзяк 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 екологізації землекористування як основи розвитку сільського господарства в умовах воєнних дій в Україні приділено недостатньо уваги.

Як зазначають вітчизняні та зарубіжні науковці Писаренко П., Фітзер Е., Сіліман К. та ін. одним із екологічнобезпечних 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., Патица 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 екологічнобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Метою проведення даної роботи стало дослідження можливостей використання суміші пробіотичних препаратів та СПВд для обробки буртів гною з метою покращення його якісного складу та фітосанітарного стану.

Предметом дослідження є механізм дії суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на мікробний ценоз та хіміко-фізичні властивості ґрунту.

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

Методи дослідження. Під час проведення досліджень застосовувались як загальнонаукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, гіпотез), так і спеціальні: польовий - вивчення впливу пробіотиків та їх суміші з СПВ на агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтової системи; вимірювально-ваговий – визначення біометричних показників рослин; лабораторний метод - визначення фізико-хімічними, хімічними, біохімічними, мікробіологічними методами кількісних і якісних характеристик об'єктів досліджень; статистичний метод - встановлення на основі регресійного, дисперсійного, кореляційного методів достовірності отриманих результатів, функціональних залежностей між різними факторами і процесами; розрахунково-порівняльний – оцінка

Наукова новизна отриманих результатів полягає у такому: *визначено, що використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у якості основного добрива сприяє оптимізації мікробного ценозу ґрунту та формуванню сталих агросистем.*

Особистий внесок здобувача - у постановці і проведенні досліджень, виконанні експериментальної частини досліджень, узагальненні результатів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 49 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 2 розділи, висновків. Список використаної літератури налічує 55 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Відомо, що інтенсивні методи сільськогосподарського виробництва, які пов'язані з великими витратами енергії, дозволили досягти високої продуктивності сільськогосподарських культур. Однак сучасні пріоритетні напрямки землеробства у світі, зважаючи всі плюси і мінуси, все більше уваги приділяють пошуку шляхів переходу до альтернативних ресурсозберігаючих екологічнобезпечних агротехнологій [1-2]. Це викликано з одного боку екологічними проблемами, які виникли у процесі інтенсифікації, а іншого - необхідністю зменшення витрат ресурсів промислового походження, які потребують значних додаткових витрат антропогенної енергії. Прикладом такого підходу є відновлювальна система землеробства у США, органічна, біодинамічна, біологічна в Європі, відома травопільна система землеробства, засновником якої був академік В.Р. Вільямс [3].

Екологічне (біологічне або альтернативне) землеробство відрізняється від інших систем землеробства вирощуванням сільськогосподарських культур без застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших засобів хімізації [4]. 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 [5-6], 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. Потрібний перехідний період екологізації землеробства 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 [7]. 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 [8].

Як зазначають більшість вітчизняних та зарубіжних дослідників [9-15], одним із пріоритетних напрямків екологізації землеробства є використання органічних добрив. Особливої уваги заслуговує такий вид добрив як компости. Виробництво компостів є ключовим питанням для сталого функціонування агроєкосистем [16]. 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 [17]. 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 [17].

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 [18].

Насьогодні технологія отримання якісного гною ВРХ на основі компостування протягом 6 місяців наведена в нормативному документі ВНТП-АПК-09.06 [19], 6 місяців. Технологія отримання органічного добрива із посліду птиці наведена у ДСТУ 7527:2014. Методика внесення органічних добрив затверджена Наказом Мінагрополітики від 24.11.2021 р. № 382 «Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів». 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 2019 р. частка удобреної площі мінеральними добривами до загальної посівної площі складала 69 %, а органічними – 2,5 %. Це призводить до виснаження й деградації земель.

Дослідженням питань щодо покращення якості органічних добрив займалися вчені Волкогон В. В., Деркач С. М., Колісник Н. М., Тимофійчук Б. В., Русаков, Д. С., Дідух, В. Ф., Чабанюк Я. В., Бровко І. С, Taylor J. P.. Досить багато досліджень направлено на отримання високоякісних органічних добрив за рахунок використання різних штамів мікроорганізмів [20-21]. Зокрема, за результатами досліджень Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН встановлено особливості сукцесій угруповань мікроорганізмів при компостуванні органічних субстратів на основі курячого посліду [22].

На основі аналізу літературних даних можна констатувати, що сучасні технології компостування органічної речовини базуються на оптимізації складу

субстрату за співвідношенням C: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 [23].

Як зазначає у своїх дослідженнях Волкогон В. В, роль організмів, що заселяють ризосферу, нагадує функції органів травлення тварин [24]. 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. [25], 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.

Українськими мікробіологами створено низку мікробних препаратів на основі активних штамів азотофіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістстимулювальних мікроорганізмів. Це Альбобактерин, Біогран, Діазобактерин, Мікрогумін, Поліміксобактерин, Ризогумін, Хетомік (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН), Біополіцид, Ризоактив, Ризобофіт (Інститут агроєкології і природокористування НААН), Азогран (Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України) та ін. Розроблені біопрепарати характеризуються високою ефективністю. Більшість із них сертифіковані для використання в технологіях органічного виробництва сільськогосподарської продукції [26].

Насьогодні обґрунтовано нові принципи створення мікробних препаратів, які враховують не лише наявність активного бактеріального штаму, а й оптимальні кількості фітогормонів ауксинового і цитокінінового класів [204-206]. Взаємодія бактеріального компонента з фізіологічно активними сполуками забезпечує формування повноцінних рослинно-бактеріальних симбіозів і асоціацій, позитивно позначається на урожайності сільськогосподарських культур та якості продукції. 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, ступінь засвоєння азоту з добрив при

застосуванні мікробних препаратів зростає на 20–30%, при цьому зменшується інтенсивність міграції сполук біогенних елементів по ґрунтовому профілю. Загалом, за результатами польових дослідів та виробничих випробувань дія біопрепаратів на продуктивність сільськогосподарських культур еквівалентна впливу 30 – 60 кг/га мінерального азоту, 20–40 кг/га фосфору [27]. Економічна ефективність мікробних препаратів (за усереднених показників економії мінеральних добрив) у середньому становить 2800 грн/га [29].

За результатами досліджень Патики М. В. [30] встановлено, 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 [31] вказують на те, що навіть у роки епіфітотій окремих захворювань передпосівна інокуляція насіння окремими препаратами сприяла затримці розвитку хвороб на 2 – 3 тижні, що істотно позначалося на урожайності культур. Також встановлено, що насіння, одержане з бактеризованих рослин, менше заражається збудниками хвороб, особливо грибними, що значно підвищує збереженість зерна [31].

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 [32] 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 за надлишкової кількості мінеральних сполук азоту і дефіциту свіжої органічної речовини в ґрунті невикористана рослинами його частина через активізацію розвитку специфічних мікроорганізмів ініціює деструкцію гумусу. Показано, що для уникнення цього явища ґрунт має бути забезпечений свіжою органічною речовиною (у вигляді біомаси проміжних сидеральних культур та соломи). Це забезпечує тимчасове зв'язування надлишку мінерального азоту мікроорганізмами, його трансформацію в органічні сполуки.

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, створено нові біоактивні органо-мінеральні добрива Фосфогумін та Біоком-Т [34]. Зазначені добрива характеризуються не лише задовільним агрохімічним складом, а й високим вмістом 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 [35]. 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% [36].

На ефективність бактеріальних препаратів може негативно вплинути вологість та температура ґрунту. Наприклад, висівання бактеризованого насіння у сухий чи холодний ґрунт не дасть позитивного ефекту від інокуляції. 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 невідповідних ґрунтово-кліматичних умовах мінімізували б такий вплив для мікроорганізмів.

Останнім часом активно досліджується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів. Зокрема можливість використання пробіотиків для обробки посліду птахівництва досліджено багатьма науковцями та визначені рекомендовані препарати та дози.

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.

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 [38]. Найбільш докладно вивчено структуру та механізм дії ліпопептидних фунгіцидів, до яких відносять активні пептиди з сімейств ітуринів, сурфактинів, фенгіцинів [39]. 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 [40]. Для ліпопептидів з різних сімейств специфічні механізми утворення пір різні [318]. 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 [41].

Фунгіцидну активність пов'язують також з наявністю у бацил поверхнево-активних речовин, які являють собою амфіпатичні молекули з полярними та гідрофобними ділянками. Сурфактини відносяться до найбільш ефективних біосурфактантів - поверхнево-активних речовин біологічного походження. Маючи подібну до ітуринів структуру та антагоністичні властивості, молекули сурфактинів, на відміну від ітуринів, містять амінокислоти з гідрофобними радикалами та β -гідроксильованою жирною кислотою. Крім прямої дії, сурфактини та фенгіцини *Bacillus subtilis* запобігають адгезії конкурентних мікробів і можуть індукувати в рослинах системну стійкість до патогенів та

несприятливих абіотичних факторів]. Ліпептидні антибіотики можуть сприйматися клітинами рослин як сигнал ініціації захисних механізмів, тобто бути еліситорами.

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 [386], 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 [39-40] призводить до підвищення концентрації вуглекислоти.

Насьогодні особливу увагу при складанні зональних систем землеробства приділяють використанню місцевих сировинних ресурсів з метою підвищення ефективної родючості ґрунту та біологізації землеробства, зокрема природні розсоли та мінерали. Дослідження проведені у [41] дозволили встановити оптимальну дозу використання мінералізованої пластової води (МПВ) для покращення якості органічних добрив. Використання мінералізованої пластової води вигідно відрізняється від запропонованих раніше методів тим, що МПВ містить у своєму складі до 3% нафти, яка при потраплянні на гній сприяє зменшенню втрат аміаку; завдяки унікальному природному складу МПВ збагачує гній не тільки на головні елементи живлення, але і на мікроелементи, яких у гноєві невелика кількість; МПВ значно знижує схожість насіння бур'янів які знаходяться у гноєві.

Зокрема дослідження проведені у [10] 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 МПВ, як основного добрива, нормами від 300 до 900 л/га є неефективним. Достовірні прирости урожаю озимої пшениці відмічені при нормах внесення 900 і більше літрів МПВ 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 МПВ дозволило підвищити не тільки урожайність зерна озимої пшениці, але і його якість [22].

Також досліджувалися можливості щодо використання бішофіту як основного добрива на посівах різних сільськогосподарських культур [23]. 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 [23].

Таким чином, ґрунтуючись на попередні вітчизняні та зарубіжні дослідження, можна констатувати найбільшу перспективність використання мінералізованої пластової води (МПВ або в інших літературних джерелах [10] – 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.

РОЗДІЛ 2.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ДОБРИВ З ВИКОРИСТАННЯМ СПВ ТА ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

2.1 Використання СПВ та пробіотичних препаратів для покращання якості органічних добрив

На сучасному рівні розвитку аграрного виробництва основним повинно бути не спостереження і констатація фактів погіршення стану довкілля внаслідок застосування агрохімікатів, а запобігання можливих негативних ефектів завдяки запровадженню науково-обґрунтованої екологічної технології, в основі якої лежить система екологічної безпеки довкілля і здоров'я людей. Для забезпечення сталого розвитку сучасних аграрних виробничих систем різних форм власності в умовах перехідного періоду і використання в обмежених об'ємах хіміко-техногенних ресурсів виникає проблема їх часткової заміни альтернативними маловитратними заходами, які базуються на природних процесах самовідновлення.

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. Але на відміну від органічних добрив мінеральні можуть містити у своєму складі небезпечні біохімічно активні речовини, що може завдати шкоди екологічній стабільності агробіоценозу.

Гній містить біля 25% сухої речовини і близько 75% води. В середньому в гної 0,5% азоту, 0,25% фосфору, 0,6% калію і 0,35% кальцію. До складу гною входять також 30-50 г марганцю, 3-5 г бору, 3-4 г міді, 15-25 г цинку, 0,3-0,5 г молібдену на 1 тонн. Крім поживних речовин, гній містить велику кількість мікроорганізмів (в 1 т близько 10-15 кг живих мікробних клітин). 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 разом з гектарною нормою гною на поля може бути внесено до 100 млн. насінин бур'янів, що зумовлює високу ступінь засміченості поля.

Попередні дослідження [10] дозволили встановити оптимальну дозу використання супутньо-пластової води (СПВ) для покращення якості органічних добрив. У той же час подальше вивчення даного питання, зокрема комплексного використання СПВ з мікробіологічними препаратами для покращення якості органічних добрив є актуальним на сьогодні.

Використання супутньо-пластової води та пробіотиків вигідно відрізняється від запропонованих раніше методів тим, що СПВ містить у своєму складі до 3% нафти, яка при потраплянні на гній сприяє зменшенню втрат аміаку [10]. Завдяки унікальному природному складу СПВ збагачує гній не тільки на головні елементи живлення, але і на мікроелементи, яких у гноєві невелика кількість.

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 [11].

Для перевірки даного припущення на першому етапі дослідження було закладено контрольний варіант отримання гною ВРХ по стандартній технології (компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців) та запропонований інноваційний біологічний метод з комплексним використанням супутньо-пластової води та пробіотику (*Sviteko-Агробіотик-01*) на період 3 місяці. Концентрація СПВ, відповідно попередніх досліджень [10], складала 250 л/т. Для визначення оптимальної дози пробіотику закладено попередньо експерименти на 3 місяці з різною концентрацією пробіотику *Sviteko-*

Агробіотик-01 об'ємом 100 л/т та СПВ дозою 250 л/т у гної (у 3-х кратній повторюваності):

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

- варіант 2 - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (нативний) та СПВ дозою 250 л/т;

- варіант 3 - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 10%) та СПВ дозою 250 л/т

- варіант 4 - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 1%) та СПВ дозою 250 л/т;

- варіант 5 - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,1%) та СПВ дозою 250 л/т;

- варіант 6 – пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,01%) та СПВ дозою 250 л/т;

- варіант 7 – пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,001%) та СПВ дозою 250 л/т;

- варіант 8 – пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 0,0001%) та СПВ дозою 250 л/т.

Так, 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 значно знизився, а таких патогенів, як сальмонелла та кишкова паличка – не було виявлено (рис. 2.1). Менша очистка відбувається при 1% та 0,1% розчинах пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*. Таким чином для подальших досліджень розглядалася концентрація пробіотику (*Sviteko-Агробіотик-01*) у розбавленні 10%.

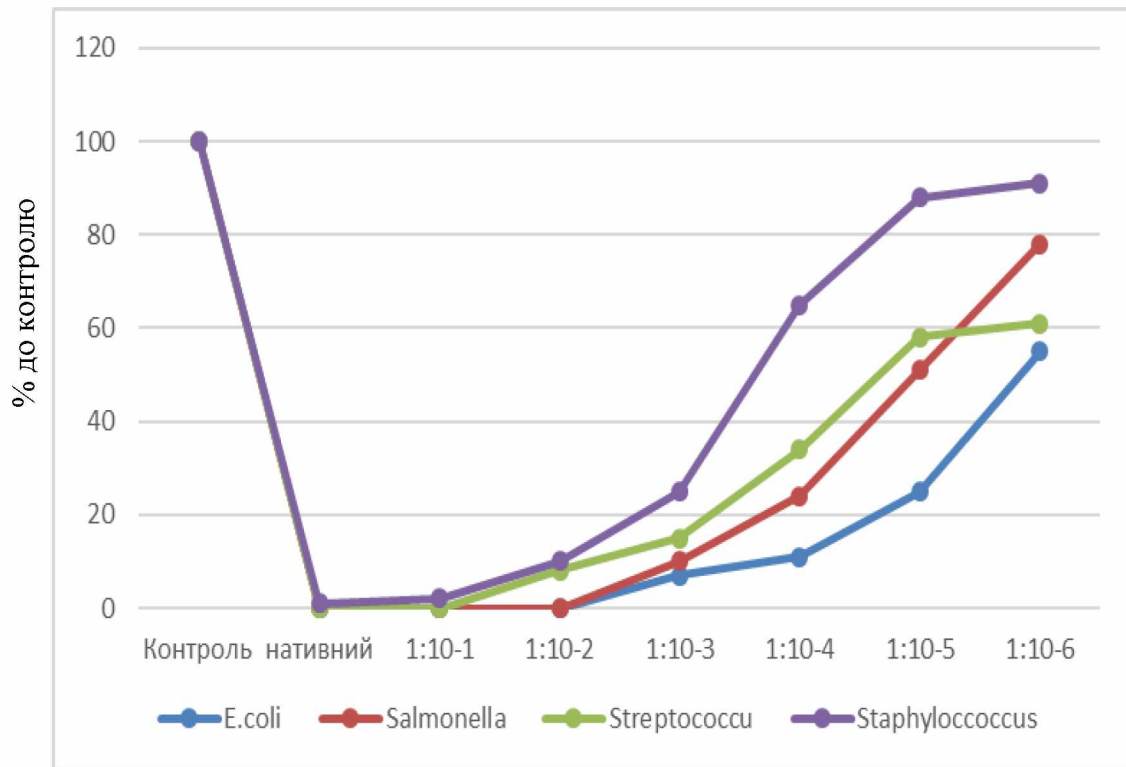
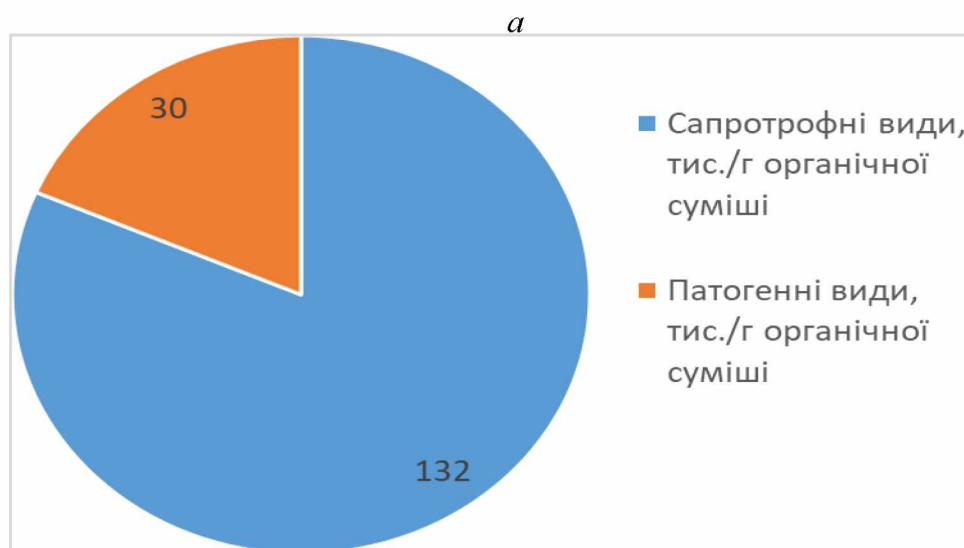


Рис. 2. 1 - Використання СПВ (доза 250 л/т) та різної концентрації пробіотику (*Sviteko-Agrobioantik-01*) дозою 100 л/т для знезараження гною

Використання пробіотику *Sviteko-Agrobioantik-01*, що містить бактерії роду *Bacillus* (*Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus megaterium*) й ін. та є грибовими антагоністами, суттєво знижує рівень патогенних грибів як у компості, так і у ґрунті після його внесення (рис. 2.2).



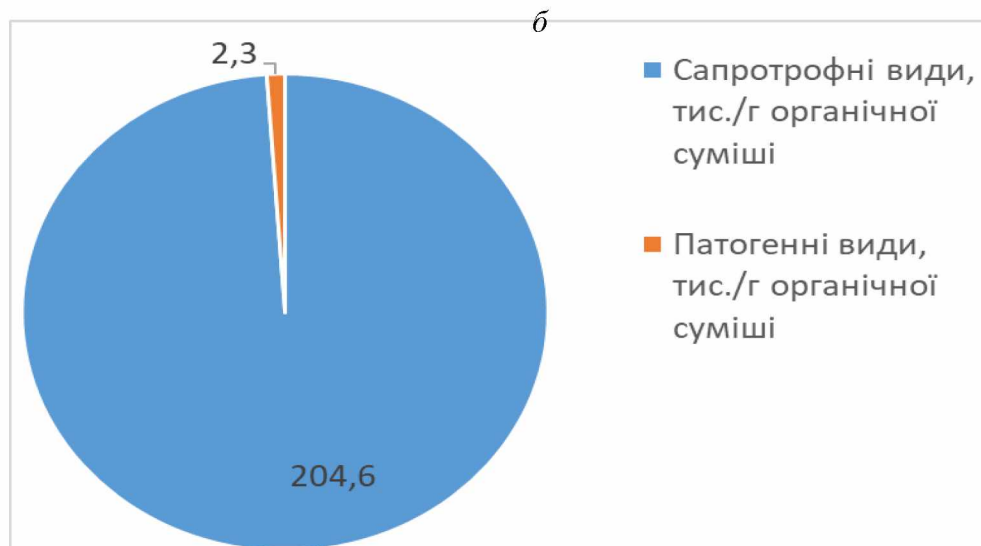


Рис. 2.2 - Вміст загальної кількості грибів після знезараження гною:
а – контрольний зразок (отримання гною по стандартній технології);
б - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлений 10%) та СПВ дозою 250 л/т

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 – суміш СПВ дозою 250 л/га та пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* 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 СПВ та пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* у варіанті 3 була менша на 18% (рис. 2.3).

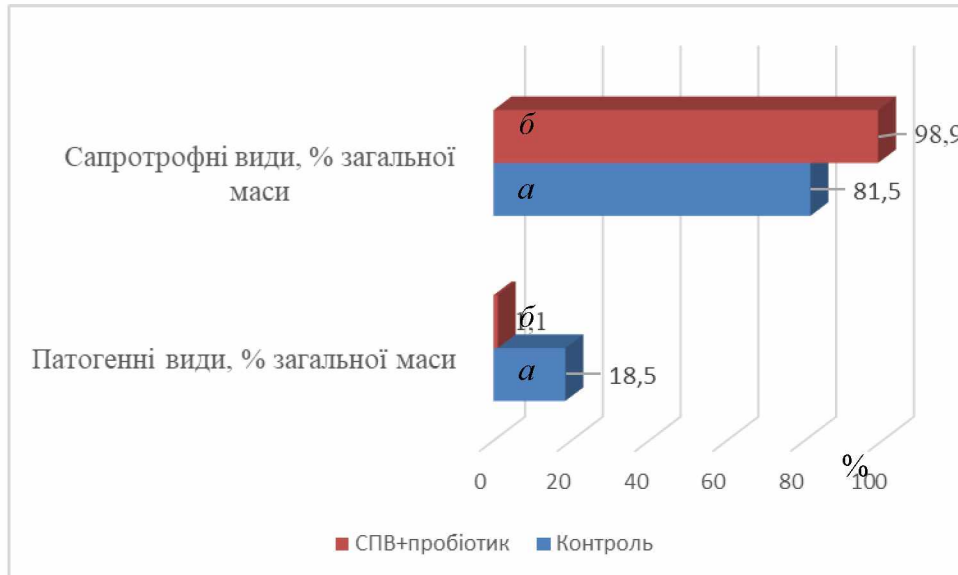


Рис. 2.3 – Відсоток вмісту патогенних та сапротрофних грибів після знезараження гною:

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

б - пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* об'ємом 100 л/т (розбавлення 10%) та СПВ дозою 250 л/т

Для визначення дії СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на життєздатність насіння бур'янів і культурних рослин в компости були закладені в мішочках насіння різних рослин з різною вихідною схожістю: щиріця (52%), триреберник (59%), осот польовий (12%), пирій повзучий (46%), лобода біла (55%), редька дика (73%). З культурних рослин вивчали озиму пшеницю (89%), кукурудзу (92%), горох (76%), цукровий буряк (79%). Були закладені наступні варіанти досліду:

1 варіант – контроль (стандартна технологія, 6 місяців);

2 варіант - СПВ дозою 150 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 100 л/га (10% розведення), 3 місяці;

3 варіант – СПВ дозою 250 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 100 л/га (10% розведення), 3 місяці;

4 варіант - СПВ дозою 350 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 100 л/га (10% розведення), 3 місяці.

Насіння культурних рослин, які використовували в досліді, після 3-х місяців зберігання втратили свою схожість. Після 3-х місяців зберігання у

варіанті де застосовували СПВ (250 л/т) та пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/т, 10% розведення), насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизила (щириця на 55,8%, триреберник - 66,1%, пирій повзучий - 45,6%) (рис. 5.4).

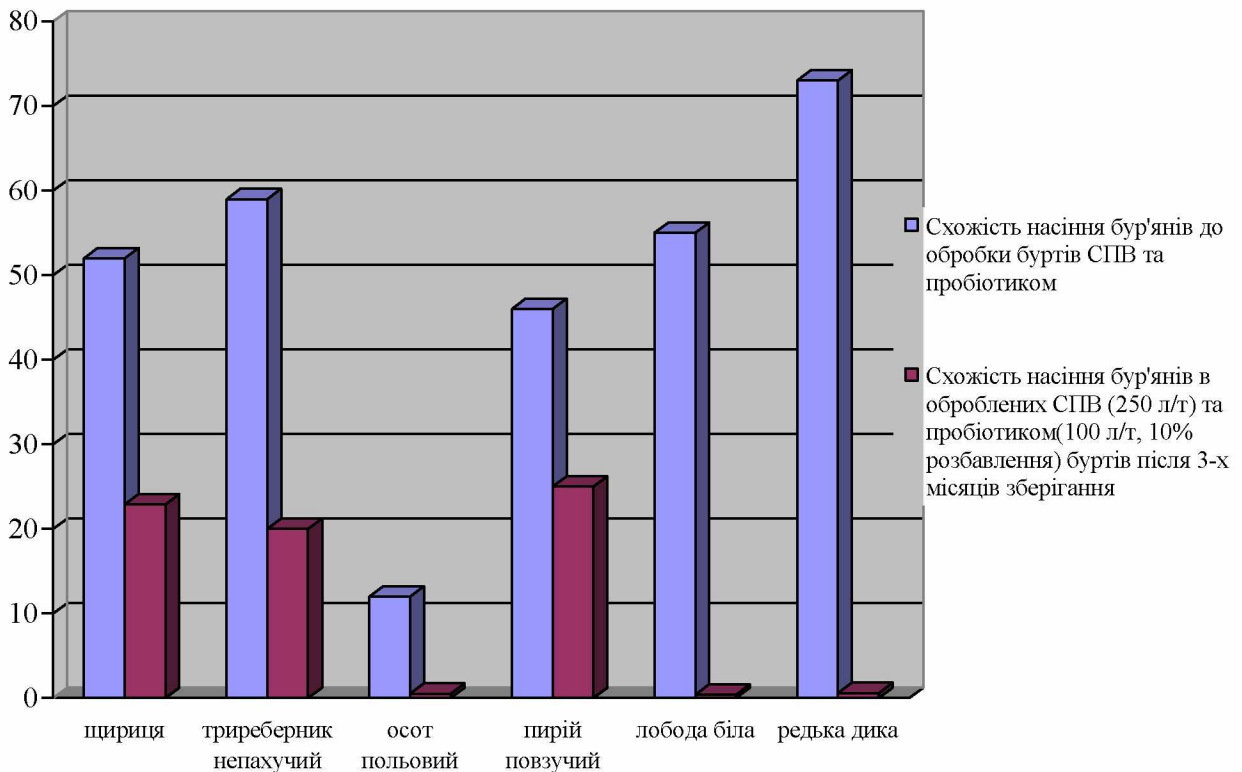


Рис. 2.4. Схожість насіння бур'янів до та після обробки гною СПВ (250 л/т) та пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/т, 10% розведення)

На контролі зниження схожості бур'янів після обробки 6 місяців по стандартній технології склало: щириця на 13%, триреберник на 35%, пирій повзучий на 12%, лобода біла на 9%, редька дика на 24%, осот польовий не втратив свою схожість. На варіанті з використання СПВ дозою 150 л/т та пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* 100 л/т (10% розведення) зниження схожості бур'янів були значно кращими та після обробки 3 місяців склали: щириця на 23%, триреберник на 50%, пирій повзучий на 24%, лобода біла на 72%, редька дика на 75%, осот польовий на 17%. Але найкращі дані по зниженню схожості бур'янів отримано на 3 та 4 варіанті, при чому вони суттєво не відрізнялися, що підтверджує доцільність використання СПВ дозою 250 л/т (рис. 2.5).

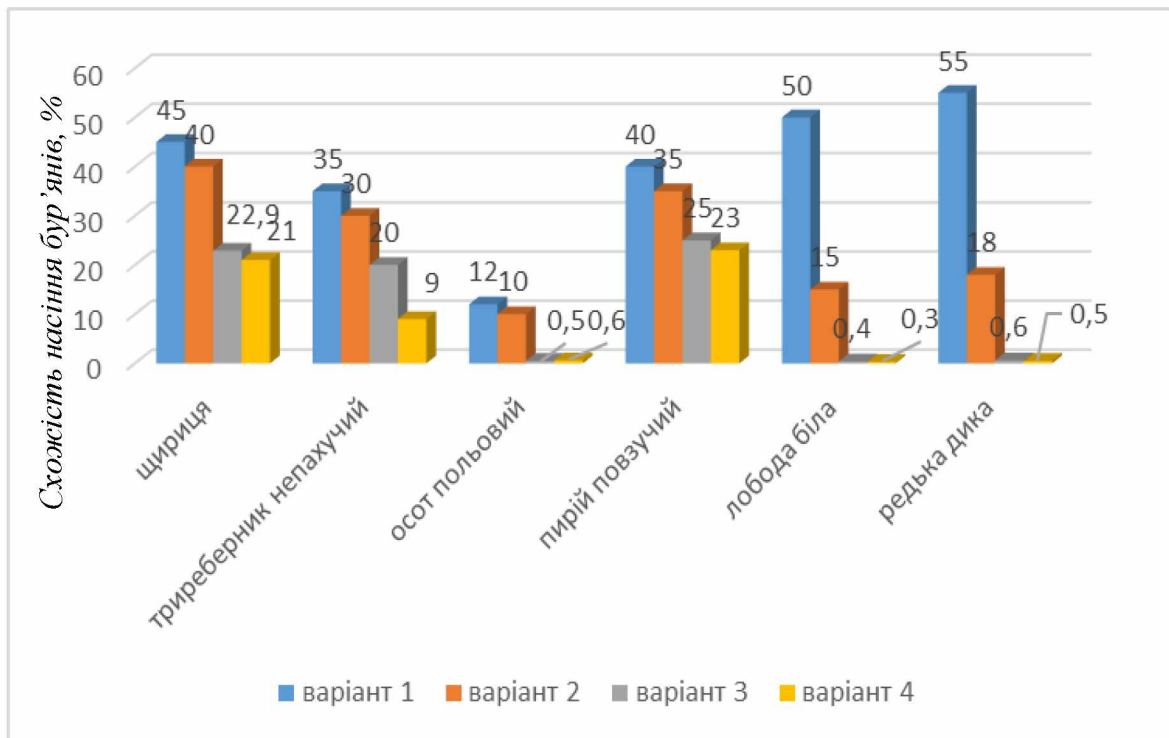


Рис. 2.5 - Схожість насіння бур'янів в оброблених різними концентраціями СПВ та пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* буртів після 3-х місяців зберігання у порівнянні з контролем

Крім значного зменшення засміченості гною насінням бур'янів використання СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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. 2.6).

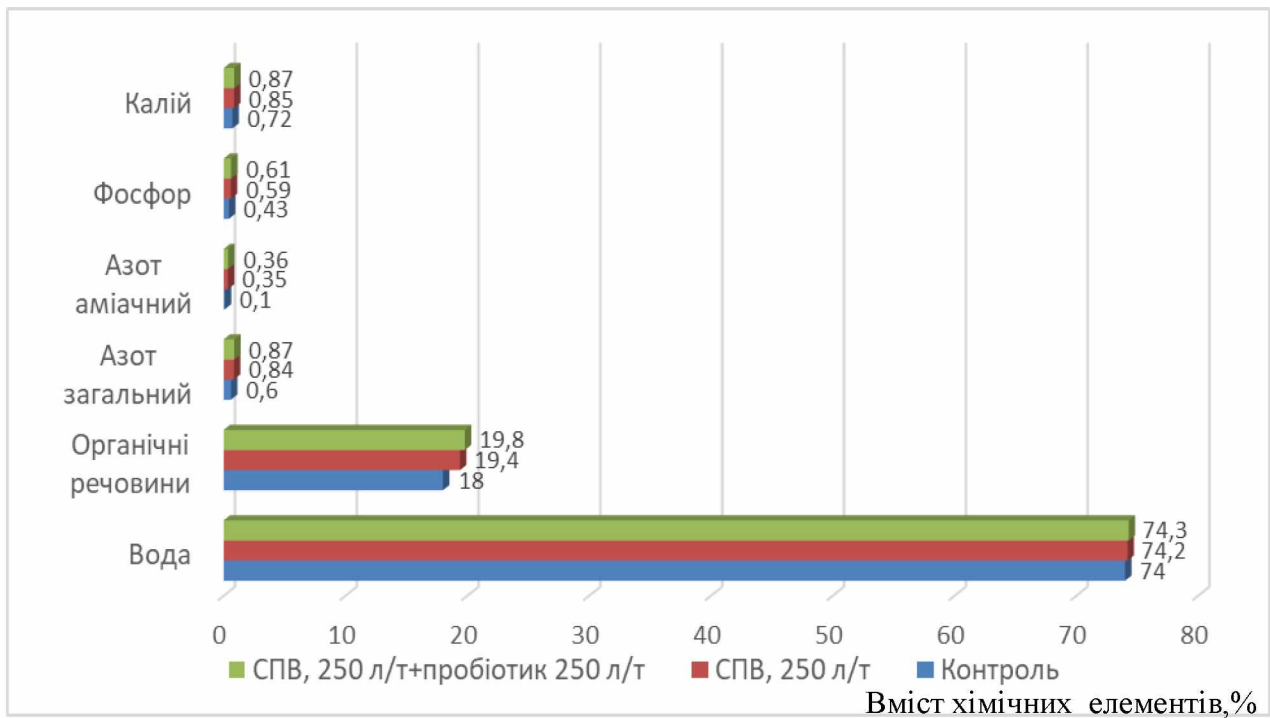


Рис. 2.6. Вплив різних методів обробки гною на його хімічний склад

Аналіз наведених на рис. 5.6 свідчить про істотне збільшення вмісту органічної речовини і поживних елементів при використанні СПВ в дозі 250 л/т гною (органічна речовина - 19,4%; азот загальний - 0,84%; азот аміачний – 0,35%; фосфор - 0,59%; калій - 0,85% відповідно та 18,0%; 0,60%; 0,10%; 0,43% та 0,72% на контролі). У той же час комплексне використання даної концентрації СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/т (10% розведення) дозволяє додатково підвищити вміст поживних речовин за рахунок створення сприятливих умов розвитку певним групам мікроценозів (розділ 3.1): органічна речовина - 19,8%; азот загальний - 0,87%; азот аміачний – 0,36%; фосфор - 0,61%; калій - 0,87%. Таким чином, комплексне використання супутньо-пластової води у дозі 250 л/т та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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 знезаразити гній від патогенних мікроорганізмів та грибів. Всі ці переваги дають можливість

отримати за допомогою СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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 *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/т (розбавлення 10%), закладання 3 місяці) проведено польове дослідження протягом 2017-2022 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 2.1.

Таким чином встановлено, що використання запропонованої технології обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/т, розбавлення 10%) дозволяє підвищити урожайність на 53,6%, що на 35,4% вище у порівнянні з стандартною технологією отримання гною.

Таблиця 2.1

Урожайність кукурудзи після внесення гною, отриманого за різною технологією (середнє за роки досліджень 2017-2022 рр.)

Варіанти дослідю	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Контроль (без внесення добрив)	45,0	-	-
Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [179], 6 місяців	53,2	8,2	18,2
Запропонована технологія обробки гною (3 місяці, СПВ доза 250 л/т та пробіотик <i>Sviteko-Агробіотик-01</i> дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	69,1	24,1	53,6
НІР 0,05	3,1		

Таким чином 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 *Sviteko-Агробіотик-01* 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 знизила (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%.

2.2 Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів як основного добрива на посівах сільськогосподарських культур

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що актуалізує питання підтримки стійкості, використання природного потенціалу агроекосистем. Тому все більше актуалізується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів. 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 *Sviteko-Агробіотик-01* (відповідно попередніх досліджень, п.2.1). Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду 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 *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/га, 10% розведення, відповідно попередніх

досліджень [106]) та СПВ (при нормах внесення 900-2400 л/га) проводили протягом 2017-2022 рр. (рис. 2.7, табл. 2.2).

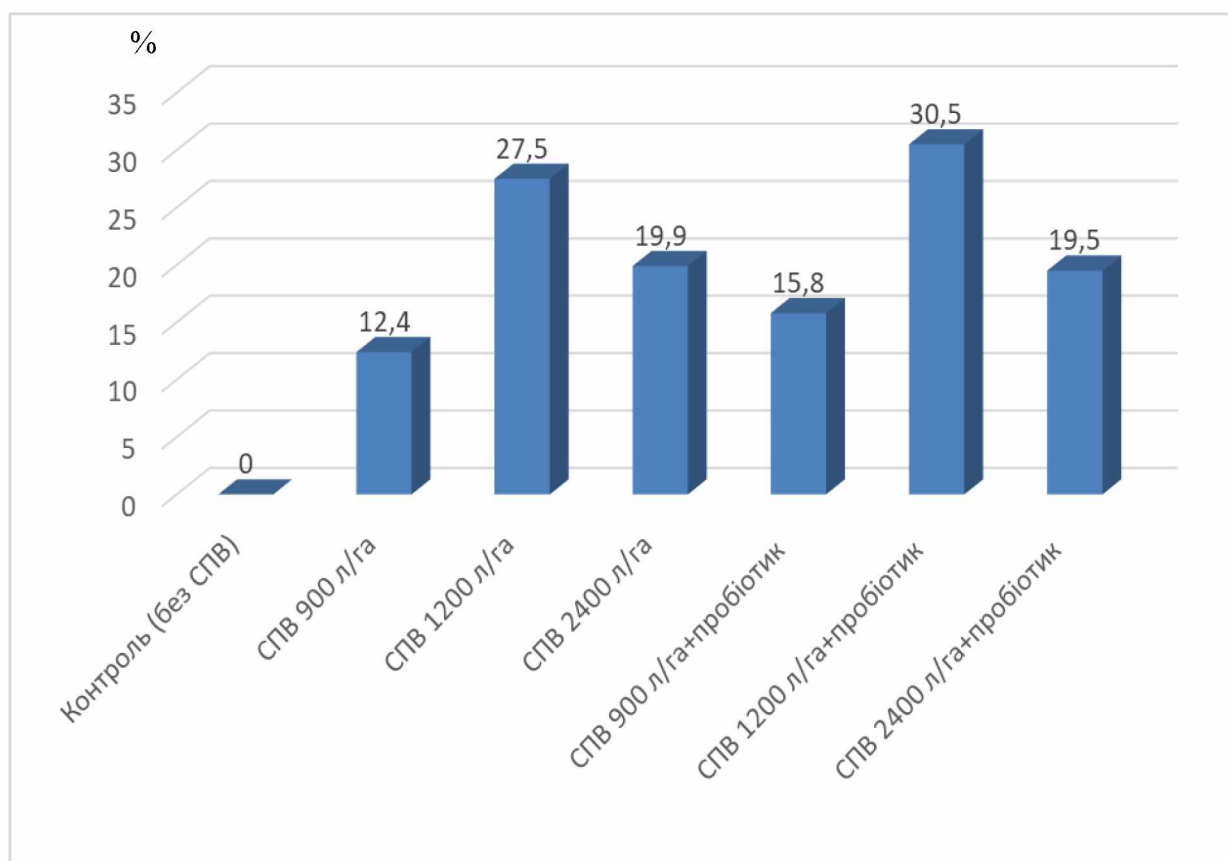


Рис. 2.7 - Приріст урожаю пшениці озимої при комплексному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/га) та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Кращим варіантом за роки досліджень (2017-2022 рр.) виявилася технологія комплексного використання пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/га (10% розведення) та СПВ 900 л/га, при цьому урожайність пшениці озимої склала 51,3 ц/га, що на 28,9% вище за контроль.

Мікробіологічна індикація досліджуваного ґрунту показала, що внесення СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* сприяли створенню в верхньому шарі ґрунту певного рівня біологічної активності, що зумовила специфічні умови трансформації органічної речовини і продуктивності агробіоценозу (табл. 2.3).

Вплив норм внесення СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на урожайність пшениці озимої (середнє за роки досліджень 2017-2022 рр.)

Варіанти досліджу	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Контроль (без СПВ та пробіотику)	39,8	-	-
СПВ 900 л/га	43,8	4,0	10,1
СПВ 1200 л/га	48,3	8,5	21,4
СПВ 2400 л/га	46,0	6,2	15,6
СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	51,3	11,5	28,9
СПВ 1200 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	48,9	9,1	22,7
СПВ 2400 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	42,9	3,1	7,8
N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	45,8	6,0	15,1
НІР 0,05	2,3		

Таблиця 2.3

Чисельність основних груп мікроорганізмів в ґрунті, кількість клітин в 1 грамі абсолютно сухого ґрунту, середнє значення за роки досліджень (2017-2022 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 <i>Sviteko-Агробіотик-01</i> (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 *Sviteko-Агробіотик-01* 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. 2.8-2.9. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні супутньо-пластової води та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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.

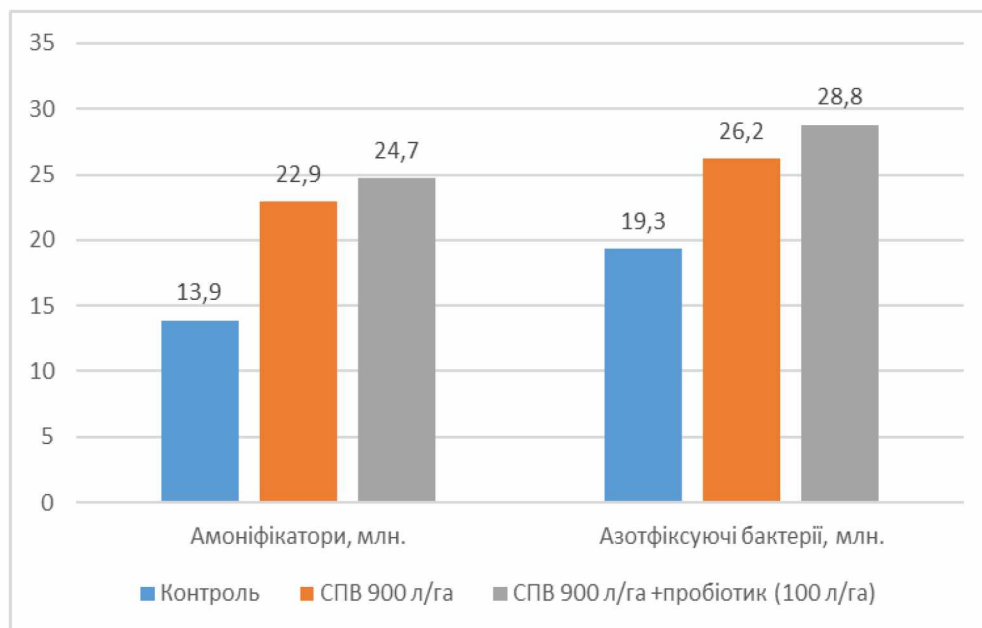


Рис. 2.8 - Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 30 добу після внесення

(усереднені дані за 2017-2022 рр., контроль - без використання супутньо-пластової води та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*)

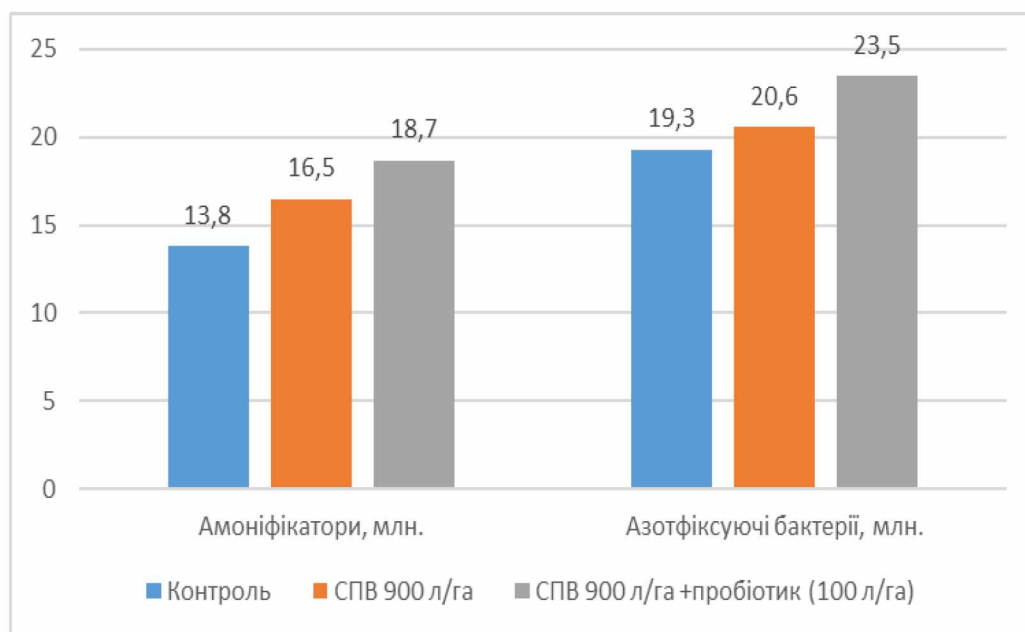


Рис. 2.9 - Чисельності амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні різних систем основного удобрення на 60 добу після внесення (усереднені дані за 2017-2022 рр., контроль - без СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*)

Встановлено, що використання суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (протягом 2017-2022 рр.) дозволило підвищити не тільки урожайність зерна озимої пшениці але і його якість (табл. 2.4).

При застосуванні суміші супутньо-пластової води та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (протягом 2017-2022 рр.) як основного добрива, у варіанті з використанням суміші СПВ дозою внесення 900 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/га (10% розведення), вміст білку складав 14,5% (на контролі – 12,8%, збільшення на 13,3% у порівнянні з контролем), вміст сирової клітковини в зерні - 35,0 % (на контролі – 29 %, збільшення на 20,7% у порівнянні з контролем). Натуральна маса зерна у варіанті з використанням суміші СПВ дозою 900 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/га (10% розведення) зросла на 1,81%, а маса 1000 насінин на 16,7% в порівнянні з контролем.

Таблиця 2.4

Вплив норм внесення СПВ та пробіотику як основного добрива

на якість зерна та окремі його показники (середнє за роки досліджень
2017-2022 рр.)

Варіант досліду	Вміст білку, %	Вміст сирової клітковини, %	ІДК клітковини	Натуральна маса зерна, г/л	Маса 1000 насінин, г
Контроль (без СПВ та пробіотику)	12,8	29	65	770	32,4
СПВ 900 л/га + пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	14,5	35	75	784	37,8
СПВ 1200 л/га+ пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	13,9	33	62	775	35,3
СПВ 2400 л/га +пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	14,0	28	76	777	35,2

До складу СПВ входить багато різноманітних хімічних елементів, серед яких і невелика кількість важких металів. Багато дослідників [10-15] вказує на необхідність певної кількості важких металів для оптимального росту і розвитку рослин, зокрема зернових. Тому протягом 2017-2022 рр. визначався вміст важких металів у сільськогосподарській продукції при використанні суміші супутньо-пластової води та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на посівах озимої пшениці та проведено порівняння із встановленими гранично допустимими концентраціями відповідно нормативних значень.

Таблиця 2.5

Вміст важких металів в зерні озимої пшениці в залежності від норм внесення СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* як основного добрива, мг/кг зерна (середнє за роки досліджень 2017-2022 рр.)

Варіанти досліду	Вміст металів, мг/кг зерна				
	Ртуть	Кадмій	Свинець	Цинк	Мідь
Контроль (без СПВ та пробіотику)	0,0010	0,111	0,38	26,38	4,55
СПВ 900 л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	0,0007	0,065	0,32	20,88	3,55

СПВ л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	1200	0,0011	0,075	0,39	21,02	4,12
СПВ л/га+пробіотик (100 л/га, 10% розведення)	2400	0,0012	0,056	0,37	21,75	4,18

Примітка: ГДК для ртуті - 0,03; кадмію - 0,10; свинцю - 0,50; цинку - 50,0; міді - 10,0 мг/кг зерна.

Як видно з табл. 2.5, використання суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* як основного добрива не впливає на зміну кількості важких металів у зерні озимої пшениці. Всі досліджувані речовини знаходились у межах встановленого ГДК і знаходились на рівні контролю.

Також протягом 2017-2022 рр. проведено дослідження щодо зміни фізико-хімічних властивостей ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* у якості органічного добрива на посівах озимої пшениці. 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 [490]. Існує два поняття структури ґрунту - морфологічне і агрономічне. В морфологічному розумінні хорошою структурою буде горіхувата, стовпчаста, призмоподібна, пластинчаста тощо. В агрономічному розумінні цінною буде така структура, яка забезпечує оптимальні умови водного і повітряного режимів ґрунту. Це дрібногрудочкувата і зерниста.

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 дослідах суміш СПВ і пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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 N₅₀P₅₀K₅₀. Експериментально отримані дані наведені в таблиці 5.6.

Аналізуючи дані, наведені в табл. 2.6, 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 дохою 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 *Sviteko-Агробіотик-01* істотного погіршення не відбувалося.

Таблиця 2.6

Структурний стан ґрунту після внесення суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на посівах озимої пшениці (усереднені дані за 2017-2022 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 *Sviteko-Агробіотик-01* на структуру ґрунту при внесенні їх в певних дозах: супутньо-пластової води від 600 до 1200 л/га, пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* - 100 л/га (10% розведення).

Серед показників стабільності ґрунтової системи є і ряд хімічних показників, серед яких реакція ґрунтового розчину, вміст нітратів, хлоридів, рухомої сірки, важких металів та нафтопродуктів. Тому протягом 2017-2022 рр. проведено дослідження зміни хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ різною нормою внесення та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (табл. 2.7).

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 *Sviteko-Агробіотик-01* 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 2.7

Зміна хімічних показників ґрунту при використанні суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* як основного добрива
(середнє за 2017-2022 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 [488] за різними варіантами дослідів приведено на рис. 2.10.

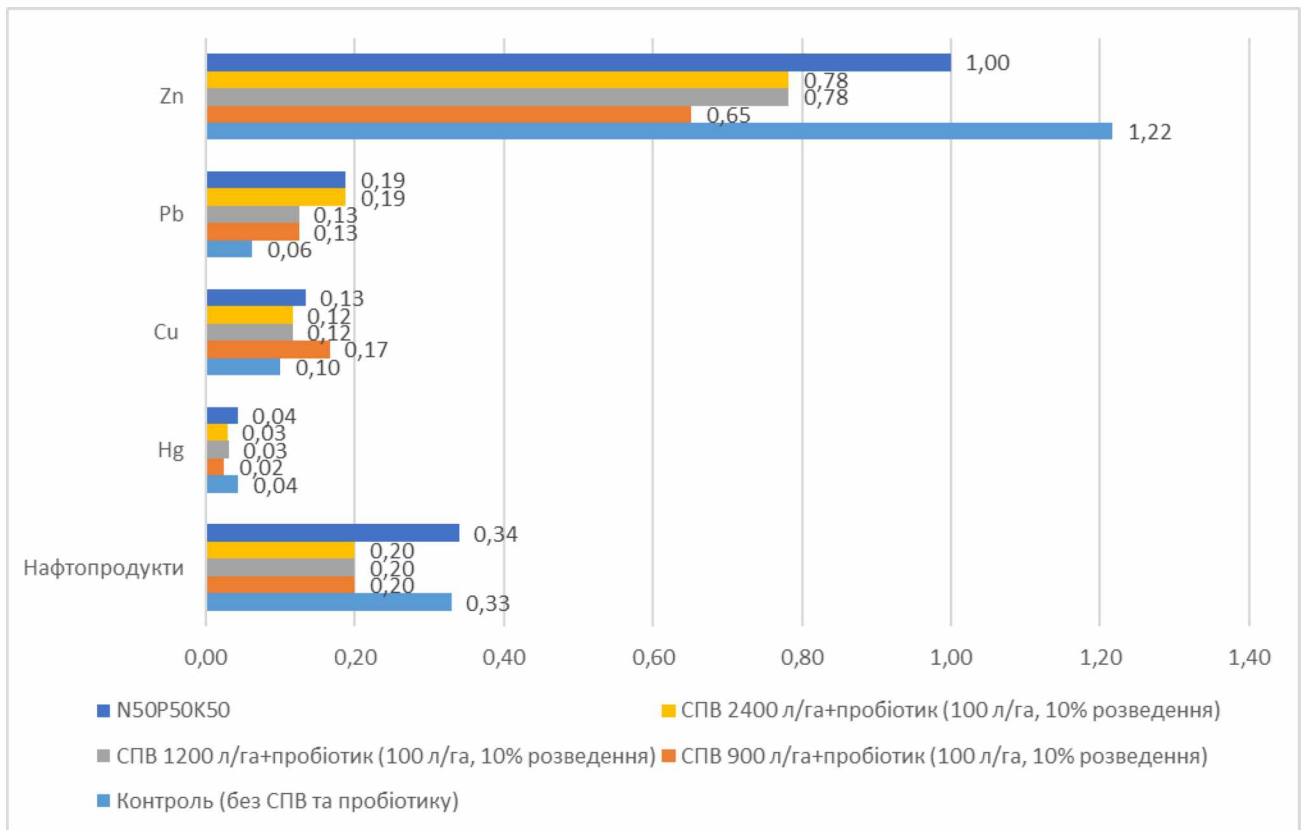


Рис. 2.10 - Порівняння вмісту важких металів та нафтопродуктів у ґрунті з ГДК] за різними варіантами досліджу

Дослідження запропонованого основного добрива у вигляді суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* протягом 2017-2022 рр. проведено і 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 прибавку урожаю за роки досліджень у розмірі 24,3% (табл. 2.8).

Загалом, як видно з табл. 2.8, внесення суміші СПВ різної концентрації та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на посівах кукурудзи призводить до значного підвищення урожайності. Так використання норми внесення СПВ 900, 1200 та 2400 л/га підвищило урожайність на 28,6, 20,9 та 16,0 ц/га (на 71,1%, 51,9% та 39,8% відповідно, у порівнянні з контролем).

Таблиця 2.8

Вплив обробки суміші СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на продуктивність посівів кукурудзи (середнє за 2017-2022 рр.)

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

Але комплексне використання даних концентрацій СПВ (900, 1200 та 2400 л/га) з пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/га, 10% розведення) дозволило підвищити урожайність: 32,0, 21,8 та 17,4 ц/га (на 79,6%, 54,2% та 43,2% відповідно, у порівнянні з контролем). Використання мінеральних добрив N₅₀P₅₀K₅₀ дозволило підвищити урожайність на 20,6 ц/га, тобто на 51,3% у порівнянні з контролем, що дещо нижче (0,5%) у порівнянні з найкращим варіантом – СПВ дозою 900 л/га та пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* дозою 100 л/га (10% розведення).

Таким чином, найкращий ефект отримано як і у варіанті на пшениці озимій – при використанні суміші СПВ дозою 900 л/га та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (дозою 100 л/га, 10% розведення) у якості основного добрива. Таким чином сприятливий вплив СПВ та пробіотику як основного добрива відмічається не тільки на посівах озимої пшениці, але і кукурудзи.

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 озимої пшениці склав 28,9% порівняно з контролем, а приріст урожаю кукурудзи склав 79,6% порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що

при даних концентраціях супутньо-пластової води та пробіотику *Sviteko-Aгробіотик-01* 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.

ВИСНОВКИ

1. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що під час комплексного використання СПВ (150 л/т) та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (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 досліджень гною, отриманого по запропонованій методиці встановлено, що рівень патогенних мікроорганізмів після 3-х місяців компостування при нативному та 10% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* 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 88% порівняно з контролем.

2. Після 3-х місяців зберігання у запропонованому варіанті (СПВ - 150 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 - 150 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, дозволили визначити оптимальну концентрацію СПВ у даній суміші - 900 л/га, при якій приріст урожаю озимої пшениці склав 28,9% порівняно з контролем, а приріст урожаю кукурудзи склав 79,6% порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що при даних концентраціях СПВ та пробіотику складаються сприятливі умови для життєдіяльності цілого ряду ґрунтових мікроорганізмів, зокрема стимулюється ріст і розвиток мікроскопічних грибів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, які приймають участь у розкладанні поживних решток. Кількість амоніфікуючих та азотфіксуючих бактерій при використанні СПВ (900 л/га) та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (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 600 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. Також обґрунтовано, що використання суміші СПВ (900 л/га) та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (100 л/га, 10% розбавлення) дозволяє підвищити не тільки урожайність зерна озимої пшениці але і його якість: вміст білку на 13,3% у порівнянні з контролем; вміст сирої клітковини в зерні - на 20,7%; масу 1000 насінин - на 16,7% відповідно.