

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 магістр

НА ТЕМУ: ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ У
БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ

Виконав: здобувач вищої освіти
СВО Магістр за
ОПП Агрокологія
спеціальності 101 – Екологія
Олійник Владислав Олександрович

Керівник: **Диченко О.Ю.**, кандидат
сільськогосподарських наук, доцент
Рецензент: **Міленко Ольга**
Григорівна, кандидат
сільськогосподарських наук, доцент

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

Освітньо-професійна програма Агроекологія

Спеціальність 101 Екологія

Ступінь вищої освіти Магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри екології,
збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

професор _____ **Павло ПИСАРЕНКО**
« ____ » _____ 20 ____ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Олійника Владислава Олександровича

1. Тема роботи

Використання супутньо-пластової води у біологізації системі захисту агрофітоценозу

Керівник роботи: Диченко Оксана Юріївна, к.с.-г.н., доц.

затверджено наказом вищого навчального закладу

від « ____ » _____ 20 ____ року № ____

2. Строк подання здобувачем роботи

« ____ » _____ 20 ____ р.

3. Вихідні дані до роботи

Дані щодо впливу на довкілля ПСП «Нива»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) теоретичні засади використання супутньо-пластової води в контексті сталого функціонування агроecosистем; використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у біологізації системі захисту агрофітоценозу; об'єкт, предмет і методика досліджень.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічні матеріали не використовувалися.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна ефективність	За потреби		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Загальні відомості про ПСП «Нива»	1.09.2022-1.11.2022
2.	Теоретичні засади сталого функціонування агроєкосистем	1.11.2022-1.02.2023
3.	Вивчення методик дослідження	1.02.2023-1.03.2023
4.	Вивчення об'єкту дослідження	1.03.2023-1.04.2023
5.	Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя	1.04.2023-1.05.2023
6.	Визначення властивостей комплексного використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у боротьбі з фітопатогенами	1.04.2023-1.05.2023
7.	Комплексне використання пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою як фунгіциду в агросистемах	1.04.2023-1.05.2023
8.	Використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у біологізації системі захисту агрофітоценозу	1.04.2023-1.11.2023
9.	Підготовка кваліфікаційної роботи	1.10.2023-15.12.2023

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Владислав ОЛІЙНИК

Керівник роботи

_____ (підпис)

Оксана ДИЧЕНКО

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ В КОНСТЕСТИ СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ	9
РОЗДІЛ 2. ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	15
РОЗДІЛ 3 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
РОЗДІЛ 4. ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ У БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ	24
4.1 Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя	24
4.2 Визначення властивостей комплексного використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у боротьбі з фітопатогенами	31
4.3 Комплексне використання пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою як фунгіциду в агросистемах	38
Висновки	41
Література	44

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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.

Актуальність теми. Внаслідок воєнних дій на території України посівні площі скорочуються. У той же час, недобір продовольчого зерна може викликати світову продовольчу кризу. Виникає потреба в максимальному залученні земель в сільськогосподарський обіг на території України з метою забезпечення екологічної та продовольчої безпеки, сталого функціонування агроєкосистем.

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., Будзьяк 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.

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 екологічнобезпечні види добрив та захисту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

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.

Отже, розв'язання ключових екологічних проблем для України, а саме відновлення техногенно забруднених агроценозів внаслідок воєнних дій на Україні та формування сталих агроecosystem з є першочерговими завданнями для забезпечення екологічної та продовольчої безпеки країни. Виникнення нових аспектів соціально-економічного розвитку України за умов воєнних дій вимагає інноваційних підходів до формування сталих агроecosystem в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку.

Мета дослідження полягала в теоретичному обґрунтуванні і розробці науково-методичних засад використання пробіотичних препаратів та

супутньо-пластової води у сільськогосподарському виробництві як основи сталого функціонування агроecosystem. Досягнення мети дослідження зумовило необхідність вивчення і розв'язання таких основних завдань:

- визначити можливості використання та ефективні дози суміші пробіотичних препаратів та СПВ для протруювання насіння;
- дослідити фунгіцидну активність пробіотичних препаратів та суміші пробіотиків з СПВ, а також їх вплив на фітопатогенних бактерій.

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, кількісні та якісні показники продуктивності сільськогосподарських культур; візуальний – спостереження за ростом й розвитком рослин; вимірально-ваговий – визначення біометричних показників рослин; лабораторний метод - визначення фізико-хімічними, хімічними, біохімічними, мікробіологічними методами кількісних і якісних характеристик об'єктів досліджень.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у розробленні науково-прикладних положень щодо сталого функціонування агроecosystem.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 49 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 4 розділів, висновків і пропозицій виробництву. Список використаної літератури налічує 41 найменувань..

РОЗДІЛ 1

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

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур основані 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 агроecosystem.

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. Крім того, на даний час значні площі сільськогосподарських угідь внаслідок воєнних дій на Україні забруднені важкими металами та нафтопродуктами у діапазоні 2-12 ГДК [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. Вагомий внесок у дослідженні цієї проблематики зробили такі вчені, як: Балюк С. А., Будзьяк 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 багато інших. 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 на Україні, пріоритет повинен надаватися екологічним аспектам землекористування. Так, екологічні проблеми використання земель у сільському господарстві України досліджували Третяк А. М., Будзяк О. С., Писаренко В. М. [2-5]; екологічний стан агроландшафтів - Дедов 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 на 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. Постає необхідність зменшення техногенного забруднення на сільськогосподарські угіддя, відновлення ґрунту від забруднення, спричиненого воєнними діями на території України.

Як зазначають більшість вітчизняних та зарубіжних науковців [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.

Стійкість системи, як відомо, характеризує принцип Ле Шательє [24]. Саме завдяки замкнутості біохімічних кругообігів функціонування екосистем виявляється можливим і здійснюється на основі енергії, що утворюється при розпаді органічних сполук. Тому необхідною умовою стійкості є обмеження надходження поживних речовин в екосистему та збільшення кількості цих речовин, що утворюються безпосередньо в екосистемі. Продуктивність процесів синтезу та розкладання органічної речовини має набагато перевищувати зовнішнє надходження поживних речовин до екосистеми. Якщо надходження покриває половину біологічних потреб, підтримання стійкої замкнутості круговороту речовин стає неможливим. Тому інтенсивності синтезу і розкладання повинні перевершувати 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].

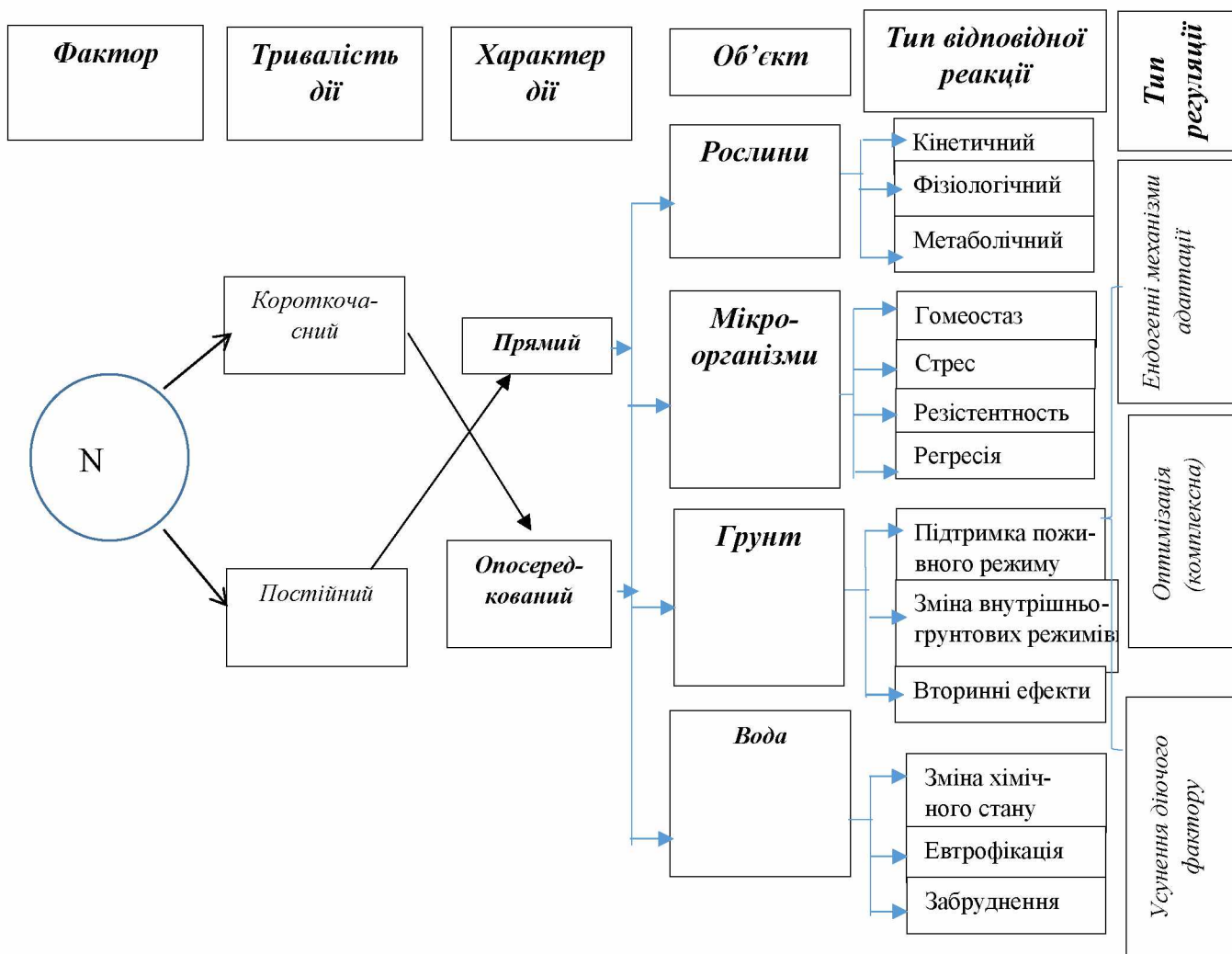


Рис. 1.1 – Типи реакцій компонентів екосистеми у відповідь на антропогенну дію (азотні добрива)

Загальним висновком щодо екологізації (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. Але при цьому через відсутність паритету цін на сільськогосподарську та промислову продукцію, мінеральні добрива стають недоступними більшості виробників продукції рослинництва. Тобто на даний час у сільськогосподарському господарстві актуалізується трьохстороння задача, яка включає екологічну сторону – відновлення ґрунту та забезпечення екологічної безпеки в сучасних умовах, 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 природніх екологічнобезпечних методах відтворення його родючості та очистки від антропогенних забруднень.

РОЗДІЛ 2 ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Польові дослідження проводилося протягом 2017-2022 рр. на території Полтавської обл., Шишацького 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 [392].

На сьогодні у Полтавській області налічується 53 види ґрунтів з-поміж яких найпоширеніші 12 агровиробничих груп (чорноземи, лучно-чорноземні, дерново-підзолисті, опідзолені, лучні, лучно-болотні, болоті, торфиноболотні, торфовища, дернові, солонці та солоді). Дані ґрунти вирізняються потужним гумусованим профілем (80–120 см), який утворено завдяки щорічному надходженню відмерлих рослинних решток за умов панування 49 лучних степів, а також глибокому проникненню вологи, що перерозподіляла гумус [393, 394].

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.

Грунтовий 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.

У табл. 2.1-2.2 наведено результати кількісного хімічного аналізу ґрунту, відібраного території розміщення ПСП «Нива» (с. Баранівка, Шишацький район, Полтавська область). Відбір проб проводився відповідно методики. 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*	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 легко-гідролізований	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 (Нг)	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 (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

Продовження табл. 2.1

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 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	

Загалом Полтавська область, у тому числі і територія Баранівської сільської ради (місце проведення досліджень, с. Баранівка), розташовується на території із сприятливими умовами з агропоказниками близьких до оптимальних для розвитку сільського господарства. Більша її частина належить до сприятливої біокліматичної зони, окрім невеликої північної ділянки області, що має її оптимальний рівень. У той же час на території Баранівської сільської ради, як і по всій області, відбуваються процеси зменшення вмісту органічних речовин, а відтак – зменшення родючості ґрунтів, збільшується потреба у додатковому зволоженні агрокультур. Деякі землі сільськогосподарського призначення знаходяться під антропогенним впливом місць видалення відходів [399]. Дане питання 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 та очистки від антропогенних забруднень з метою забезпечення сталого функціонування агроєкосистем, екологічної та продовольчої безпеки на території України в сучасних умовах.

РОЗДІЛ 3 ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

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

Супутньо-пластова вода (або мінералізована пластова вода) - попутний продукт видобутку нафти. Складається вона, головним чином, з неорганічної та органічної частини. До складу неорганічної частини входить близько 60 різноманітних мікро- та макроелементів, серед яких найбільше натрію, калію, магнію, кальцію, хлору та ін. Загальна мінералізація знаходиться в межах 140-180 г/дм³, гідролітична кислотність пластової води коливається в межах (на різних родовищах) від 5,45 до 7,45. Органічна частина складається, головним чином, з парафінових та циклопарафінових (нафтоєнових) вуглеводнів, три- та тетраароматичних сполук тощо [400]. В мінералізованій пластовій воді знайдені також природні росторегулюючі речовини, такі як зеатин (впливає головним чином на ріст і розвиток кореневої системи) і АБК (абсцизова кислота) [229].

Основна увага при виборі об'єкту досліджень була зосереджена на проблемі утилізації супутньо-пластової води, як побічного продукту під час видобутку нафти та відновлення родючості ґрунту на територіях, які зазнали неконтрольованого викиду СПВ. Проблема утилізації великої кількості даних вод є дуже значна, враховуючи те, що неконтрольоване потрапляння великої кількості супутньо-пластової води на землю, призводить до засолення та погіршення агрономічної структури ґрунту, знищення біорізноманіття в природних екосистемах. СПВ, що потрапляє на поверхню ґрунту, 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 [231].

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.

У даній роботі використано супутньо-пластову воду із Глинсько-Розбишівського родовища (табл. 2.5). Досліджувана СПВ містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом. Відповідно даних [231] СПВ відноситься до IV класу небезпеки - мало небезпечні сполуки.

Пробіотичні препарати, відповідно визначення ВООЗ – це патогенні для людини бактерії, що володіють антагоністичною активністю щодо патогенних бактерій та забезпечують відновлення нормальної мікрофлори. Тобто, пробіотичні мікроорганізми виробляють антибактеріальні речовини та є антагоністами щодо патогенів.

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* (*Sviteko-ППВ* (склад: очищена вода, *Bacillus subtilis*, органічні солі, сульфат ефіра натрія лауриловий, 2-(2-бутоксуетокси) етанол), *Sviteko-ОПЛ* (склад: четвертинні амонієві сполуки, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, ді-С8-10-

алкілдіметіл, хлориди-5,0, спирти C9-C11 етоксильовані-10,0-15,0, ензими-10,0-15,0), *Sviteko-Агробиотик-01* (склад: очищена вода, бактерії роду *Bacillus* (*Bacillus subtilis*)) - 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 [401].

Методика проведення досліджень

Проведення фітопатологічних досліджень здійснювали відповідно відповідно [415]. Визначення чутливості бактерій до антибіотичних речовин проводили методом серійних розведень на твердому поживному середовищі – картопляному агарі, використовуючи крапельний метод [416]. Для цього чашку Петрі з картопляним агаром (КА) засівали бактеріальною суспензією досліджуваних бактерій (концентрація бактеріальної суспензії 1×10^9 колонієутворюючих одиниць/мл – КУО/мл), в кількості 0,1 мл на чашку і розтирали шпателем. Після цього в кожен чашку вносили в центр по 0,1 мл препарату в різних концентраціях. Через 24-48 год. інкубування чашок Петрі в термостаті при 28⁰С робили облік зон відсутності росту досліджуваних бактерій. Повторність дослідів – 3-х разова. Відсутність затримки росту вказувало на резистентність мікроорганізмів до даної концентрації препарату. Зони, діаметр яких не перевищує 15 мм, свідчить про слабку

чутливість до препарату. Зони затримки росту від 15 до 25 мм фіксуються у чутливих мікроорганізмів, високочутливі характеризуються зонами з діаметром більш ніж 25 мм [417].

Визначення фунгіцидної активності біоциду проводили на середовищі – сусло-агар. в якому пробійником діаметром 8 мм пробивали лунки, наносили культуру гриба, а в лунки вносили розчини досліджуваних препаратів і культивували при температурі, яка є оптимальною для вирощування тест-культур. Для випробувань використовували препарати в концентраціях 100%, та розведені в 10, 100, 1000 і 10000 раз. Висновок про фунгіцидну активність біоциду, що підлягав випробуванню, робили за зонами затримки

Методи визначення продуктивності рослин та якості урожаю.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно ДСТУ 4138-2002 [441] відносять схожість, енергію проростання, зараженість хворобами та заселеність шкідниками, вологість тощо. Кількість насіння, що проросло за перші 3-4 дні, показує його енергію проростання. Для кожної сільськогосподарської культури встановлено стандартом час обліку енергії проростання та схожості [442]. Чашки Петрі розміщували у термостатах, де підтримували температуру близько 20°C. За проростанням насіння спостерігали щоденно протягом 7 днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, що проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через 7 – лабораторну схожість.

Облік бур'янів проводився кількісно-вагомим методом, який полягає в накладанні облікових площадок (0,5 м²) в 10 місцях по діагоналі кожної ділянки досліду [443]. 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 зернових культур здійснювали збиранням снопового зразка в 3-х кратній повторності на облікових ділянках в фазі повної стиглості зерна, а кукурудзи - суцільним методом на варіанті досліду в фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового досліду [444].

Визначення фітотоксичного впливу ґрунтового середовища на біометричні показники рослин

Визначення фітотоксичності здійснювали на основі методу паростків [445, 446], заснованого на реакції дослідної культури на різні забруднювачі. Це дозволяє виявити токсичну або стимулюючу дію тих чи інших речовин [447]. Визначається фітотоксичність ґрунту проводили за величиною фітотоксичного ефекту за кількістю рослин, що виростили з моменту посіву насіння на 7 добу, розмірами та масою рослин (наземної і кореневої частини) на 14 добу [446].

Визначення фітотоксичного впливу ґрунтового середовища на біометричні показники рослин здійснювали на підставі розрахунку за формулою [447]:

$$ФЕ = [(M_o - M_k) / M_o] \times 100 \%,$$

де M_o – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком;

M_k – маса або ростові показники рослин, що досліджується. Всі досліді проведені в чотирикратній повторності.

РОЗДІЛ 4

ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ У БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ

4.1 Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, тому вітчизняні та зарубіжні науковці [34; 35; 38; 44; 47; 51; 480; 482] все більше схиляються до думки підтримки стійкості, використання природного потенціалу агроекосистем. Важливо застосовувати препарати, які забезпечують ефективний контроль чисельності збудників хвороб та шкідників, запобігання їх розвитку та розповсюдженню на початковому етапі, при обробці насіння, при цьому не знижуючи його посівні якості. Оскільки хімічні препарати для захисту сільськогосподарських культур від бактеріозу є небезпечними для навколишнього середовища, а також встановлено негативний вплив хімічних препаратів при протруюванні на посівні якості насіння, існує необхідність вивчення та удосконалення біологічних методів боротьби із хворобами агрофітоценозу.

Важливу роль у створенні екологічно збалансованого сільськогосподарського виробництва відіграють мікробіологічні засоби захисту рослин від хвороб та шкідників. Біологічні засоби захисту дозволяють значно здешевити технологію виробництва продукції, а комбіновані системи захисту дають можливість запобігти явищу виникнення резистентності до хімічних пестицидів у збудників хвороб та шкідників, яке спостерігається при використанні хімічного методу захисту. На сьогодні відомі бактеріальні добрива на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів, багато штамів яких є антагоністами фітопатогенної мікрофлори [483]. Як показали дослідження у розділі 3, новим та

перспективним напрямком підвищення продуктивності агроценозів є використання препаратів на основі пробіотичних культур.

Для попередньої оцінки можливості використання пробіотичних препаратів для знезараження насіння в лабораторних умовах (лабораторія агроекологічного моніторингу ПДАУ) на першому етапі проведено дослідження використання пробіотичних препаратів як протруювача. Для дослідження використано насіння пшениці озимої (Диканька) та ячміню (Парнас), що обумовлено необхідністю вивчення впливу пробіотиків на голозерне (пшениця озима) та плівчасте (ячмінь) насіння.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно Державного стандарту України 4138-2002 [441], відносять схожість, енергію проростання, зараженість хворобами та заселеність шкідниками, вологість тощо. Кількість насіння, що проросло за перші 3-4 дні, показує його енергію проростання. Для кожної сільськогосподарської культури встановлено стандартом час обліку енергії проростання та схожості [441]. Схожість – найважливіший показник якості насіння, її визначають за кількістю нормальних проростків, які з'явилися через 7 діб пророщування [442]. Від схожості насіння залежить його посівна якість.

Для вивчення можливості використання пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* як протруювача з фракції чистого насіння пшениці озимої та ячменю відбирали підряд чотири проби по 100 насінин і пророщували їх у чашках Петрі між фільтрувальним папером у наступному розчині:

- 1 варіант – контроль (вода);
- 2 варіант – пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* в нативному стані;
- 3 варіант – в 10% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*;
- 4 варіант – в 1% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*;
- 5 варіант – в 0,1% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*.

Чашки Петрі розміщували у термостатах, де підтримували температуру близько 20°C. За проростанням насіння спостерігали щоденно протягом 7

днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, що проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через 7 – лабораторну схожість.

Найвищою енергією проростання (таблиця 4.1) на пшениці озимій характеризувався варіант 4 (1% розчин пробіотику) з середнім показником 90%, що на 18% більше у порівнянні з контролем. Нативний пробіотик викликав пошкодження насіння, що привело до зменшення схожості насіння на 15%. Обробка насіння пшениці озимої 10% та 0,1% розчином пробіотику сприяло збільшенню енергії проростання на 10% та 3% у порівнянні з контролем відповідно, що дещо гірше у порівнянні з варіантом 1% розчину пробіотику. Найвищою енергією проростання (таблиця 4.1) на ячмені характеризувався варіант 3 (10% розчин пробіотику) з середнім показником 91%, що на 23% більше у порівнянні з контролем.

Таблиця 4.1

Енергія проростання зразків пшениці та ячменя при знезараженні різною концентрацією пробіотичного препарату *Sviteko-Азробіотик-01*, %

Варіант досліджу	Пшениця озима	% від контролю, ±	Ячмінь	% від контролю, ±
1. Контроль	76	-	74	-
2. Обробка 100% розчином пробіотику	65	-15	71	-4
3. Обробка 10% розчином пробіотику	84	+10	91	+23
4. Обробка 1% розчином пробіотику	90	+18	83	+12
5. Обробка 0,1% розчином пробіотику	79	+3	75	+1

Обробка насіння ячменю 1% та 0,1% розчином пробіотику сприяло збільшенню енергії проростання на 12% та 1% у порівнянні з контролем, що дещо гірше у порівнянні з варіантом 10% розчину пробіотику. Це обумовлено в першу чергу знезаражуючим впливом пробіотичних препаратів

на фітопатогени, але на відміну від фунгіцидів пробіотичні препарати не знижують енергію проростання та схожість насіння.

Аналогічні дані отримано при визначенні схожості насіння ячменя та пшениці озимої (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Лабораторна схожість зразків пшениці та ячменя при знезараженні різною концентрацією пробіотичного препарату *Sviteko-Aзробіотик-01*, %

Варіант досліджу	Пшениця озима	% від контролю, ±	Ячмінь	% від контролю, ±
1. Контроль	88	-	85	-
2. Обробка 100% розчином пробіотику	78	-12	87	-2
3. Обробка 10% розчином пробіотику	90	+2	93	+9
4. Обробка 1% розчином пробіотику	94	+6	90	+5
5. Обробка 0,1% розчином пробіотику	89	+1	87	+2

Найвищою схожістю на пшениці озимій характеризувався варіант 4 (1% розчин пробіотику) з середнім показником 94%, що на 6% більше у порівнянні з контролем, а на ячменю – варіант 3 (10% розчин пробіотику) з середнім показником 93%, що на 9% більше у порівнянні з контролем. Таким чином, для протруювання насіння пшениці озимої найкраще використання 1% розчину пробіотику (для голозерного насіння), для ячменя – 10% розчин пробіотику (для плівчастого насіння). При цьому різна концентрація, при якій спостерігається найбільш високі показники схожості та енергії проростання у пшениці озимої та ячменя обумовлено наявністю плівки у ячменя, що потребує збільшення концентрації пробіотику для знезараження збудників хвороб та шкідників на його поверхні. Також встановлено, що висока концентрація пробіотику (100%) навпаки пригальмовує схожість насіння, що пояснюється впливом високої концентрації пробіотичних мікроорганізмів на розвиток інших мікроценозів (розділ 4.3).

На наступному етапі, виходячи із попередніх досліджень (розділ 3), проведено вивчення можливостей використання супутньо-пластової води як протруювача. Для цього закладені аналогічні досліди із різною концентрацією СПВ:

- 1 варіант – контроль (вода);
- 2 варіант – 10% розчин СПВ;
- 3 варіант – 1% розчин СПВ;
- 4 варіант – 0,1% розчин СПВ.

Усереднені результати (у чотирьохкратній повторюваності) щодо енергії проростання та схожості насіння пшениці озимої та ячменю впри протруюванні різної дози СПВ приведені на рис. 4.1.

Встановлено, що при обробці насіння пшениці озимої, найкраще значення енергії проростання та схожості зафіксовано при обробці насіння 0,1% розчином СПВ, при цьому по енергії насіння приріст склав 18% у порівнянні з контролем, а по схожості – 6%. При обробці насіння ячменю найкраще значення енергії проростання та схожості зафіксовано при обробці насіння 1% розчином СПВ, при цьому по енергії насіння приріст відповідно склав 16% у порівнянні з контролем, а по схожості – 7%. СПВ є додатковим джерелом макро- і мікроелементів, а також негативно впливає на збудників хвороб та шкідників, тому при обробці насіння пшениці озимої 0,1% розчином СПВ та при обробці насіння ячменя 1% розчином СПВ спостерігаються найкращі показники по схожості та енергії проростання, що, як і у випадку пробіотичних препаратів, суттєво відрізняє вплив від інших хімічних фунгіцидів.

a)

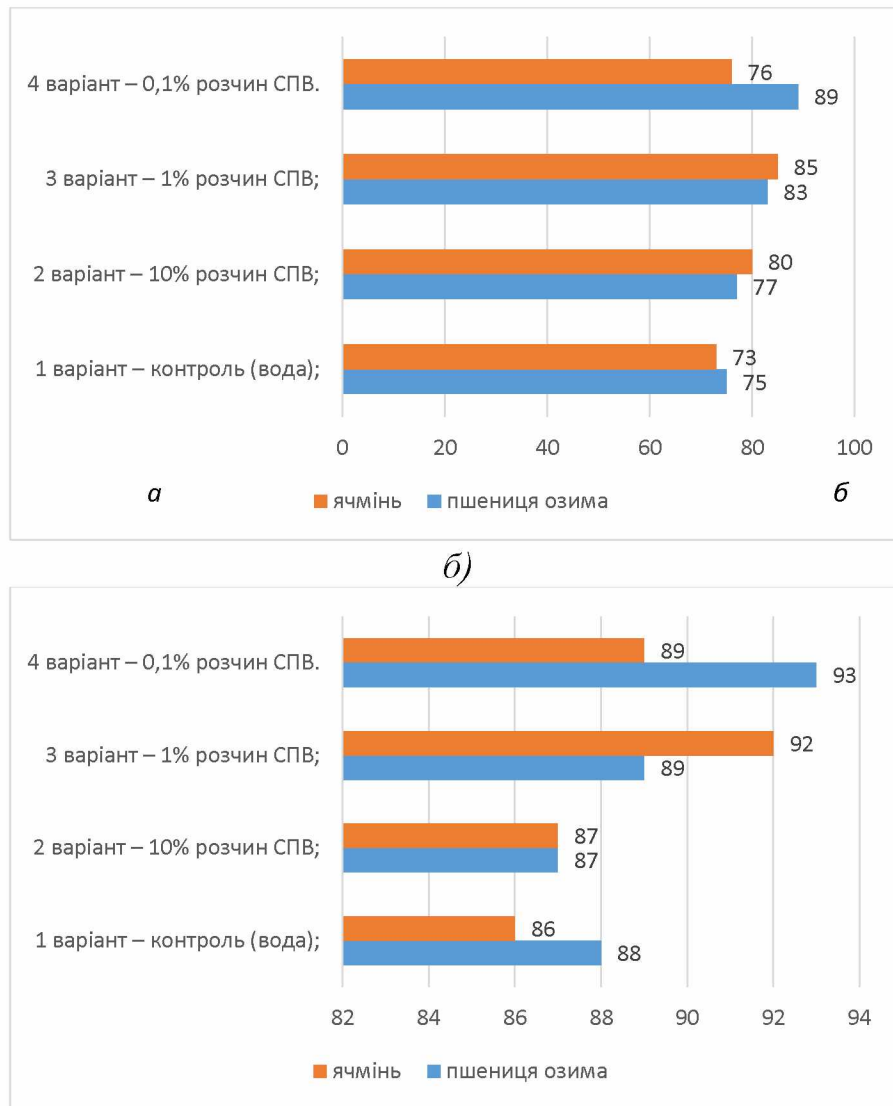


Рис. 4.1 – Енергія проростання та схожість насіння пшениці озимої та ячменя при обробці різною концентрацією СПВ (усереднені дані)

Враховуючи отримані результати, на наступному етапі проведено дослідження комплексного використання СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на пшениці озимій у наступних концентраціях:

- 1 варіант – контроль;
- 2 варіант – 1% розчин пробіотику (найкраще значення при окремому використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на насінні пшениці озимої);
- 3 варіант – 0,1% розчин СПВ (найкраще значення при окремому використанні СПВ на насінні пшениці озимої);

4 варіант – суміш 1% розчину пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (у концентрації 10 мл/л) та 0,1% розчину СПВ (1 мл/л).

Результати представлені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Енергія проростання та схожість зразків пшениці озимої при знезараженні пробіотичним препаратом *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, %

Варіант досліджу	Енергія проростання	% від контролю, ±	Схожість	% від контролю, ±
1. Контроль	75	-	88	-
2. Обробка 1% розчином пробіотику	90	+20	93	+5
3. Обробка 0,1% розчином СПВ	89	+18	92	+4
4. Обробка сумішшю (1% розчин пробіотику та 0,1% розчин СПВ)	94	+25	97	+10

Встановлено, що найкращий результат отримано при обробці насіння пшениці озимої сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 94%, що на 25% більше у порівнянні з контролем, а схожість 97%, що на 10% більше у порівнянні з контролем відповідно.

Аналогічні дослідження щодо комплексного використання СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* проведені і для ячменя (табл. 4.4):

1 варіант – контроль;

2 варіант – 10% розчин пробіотику (найкраще значення при окремому використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на насінні ячменя);

3 варіант – 1% розчин СПВ (найкраще значення при окремому використанні СПВ на насінні ячменя);

4 варіант – суміш 10% розчину пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (у концентрації 100 мл/л) та 1% розчину СПВ (10 мл/л).

Таблиця 4.4

Енергія проростання та схожість зразків ячменя при знезараженні
пробіотичним препаратом *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, %

Варіант досліджу	Енергія проростання	% від контролю, ±	Схожість	% від контролю, ±
1. Контроль	73	-	86	-
2. Обробка 10% розчином пробіотику	90	+23	94	+9
3. Обробка 1% розчином СПВ	85	+16	92	+6
4. Обробка сумішшю (10% розчин пробіотику та 1% розчин СПВ)	95	+30	96	+12

Встановлено, що найкращий результат отримано при обробці насіння ячменя сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 95%, що на 30% більше у порівнянні з контролем, а схожість 96%, що на 12% більше у порівнянні з контролем відповідно.

Таким чином, в результаті експериментальних досліджень в лабораторних умовах встановлено ефективні суміші пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для підвищення енергії проростання та схожості. Зокрема встановлено ефективність використання суміші пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для протруювання насіння у наступних дозах:

- для пшениці озимої (голозерного насіння) – суміш 1% розчину пробіотику та 0,1% розчину СПВ;
- для ячменя (плівчастого насіння) – суміш 10% розчину пробіотику та 1% розчину СПВ.

4.2 Визначення властивостей комплексного використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у боротьбі з фітопатогенами

Останніми роками бактеріальні хвороби сільськогосподарських рослин вийшли на новий рівень епіфітотії та є основними факторами, які впливають

на урожайність культур. Для запобігання розповсюдженню збудників бактеріозів необхідно звернути особливу увагу на якість посадкового матеріалу, бо саме на ньому зберігаються збудники бактеріозу. Слід зазначити, що в свіжо зібраному зерні 90 - 99% мікробів становлять бактерії, переважна більшість яких знаходиться на поверхні зерна, деякі з них здатні потрапити в середину через механічні пошкодження. Тому, в жодному разі не можна недооцінити важливість захисту насіння, що використовуватимуть у якості посадкового матеріалу [442].

Зовнішні прояви ураження зерна сільськогосподарських культур грибами та бактеріями майже не відрізняються. Досить часто дефіцит будь-якого елемента живлення, після дія гербіциду або механічні пошкодження також можуть спричинити появу симптомів схожих на бактеріальні ураження.

Важливо застосовувати препарати, які забезпечують ліквідування збудника хвороби, запобігання його розвитку та розповсюдженню. Однак для захисту рослин від збудників бактеріальних хвороб в Україні немає спеціальних зареєстрованих хімічних препаратів, досить часто використовують фунгіциди, які не здатні протидіяти бактеріозу. Тому, використання препаратів на основі пробіотиків у боротьбі з фітопатогенами є перспективним інноваційним напрямом.

Протягом 2017-2022 рр. у лабораторії агроєкологічного моніторингу ПДАУ проведений лабораторний експеримент визначення бактерицидної та фунгіцидної активності пробіотичних препаратів та впровадження їх у біологічну систему захисту рослин. Експеримент передбачав дослідження трьох пробіотичних препаратів *Sviteko*: *Sviteko-ППВ*, *Sviteko-ОПЛ*, *Sviteko-Агробіотик-01* на наявність токсичної дії до фітопатогенних бактерій. Препарати розроблені за інноваційною технологією та у своєму складі мають миючу основу та культури пробіотичних бактерій (*Bacillus subtilis*). Ці препарати знайшли використання як екологічно безпечні миючі засоби [484].

Але дослідження застосування даних препаратів у боротьбі з фотопатогенами відбулося вперше.

В якості тест-культур були використані представники найбільш поширених та шкочинних фітопатогенних бактерій: *Pseudomonas syringae* - УКМ В-1027⁷ (ІМВ 8511) - поліфаг, збудник плямистостей широкого кола сільськогосподарських та квіткових рослин; *Pectobacterium carotovorum* - УКМ В-1095^Т (ІМВ 8982) – поліфаг, збудник гнилей широкого кола сільськогосподарських та квіткових рослин; *Xanthomonas campestris pv. campestris* – УКМ В-1049 (ІМВ 8003) - збудник судинного бактеріозу капусти; *Pseudomonas fluorescens*- викликає плямистості та м'які гнилі; *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ – спричинює бактеріальний рак томатів та інших пасльонових, буру плямистість перцю; *Agrobacterium tumefaciens* (*Rhizobium vitis*) 8628 – пухлини та некрози сільськогосподарських культур.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно Державного стандарту України 4138-2002 [441], відносять зараженість хворобами та заселеність шкідниками. Тому для визначення фунгіцидної дії пробіотичних препаратів на третю і на п'яту добу культивування на чашках використовували фітопатогенні штами грибів *Fusarium oxysporum* та *Alternaria sp.*, які уражують широкий спектр сільськогосподарських і декоративних рослин.

У результаті проведеного дослідження встановлено наступне.

Визначення бактерицидної дії пробіотичних препаратів

Отримані результати дослідження пробіотичних препаратів свідчать про те, що із трьох досліджених препаратів найактивнішим виявився препарат *Sviteko-Агробіотик-01*. Препарат *Sviteko-Агробіотик-01* – нативний і в розведенні проявляв високу антибактеріальну активність щодо всіх досліджених фітопатогенних бактерій (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Чутливість фітопатогенних бактерій до пробіотичних препаратів

Тест-культури бактерій	Зони відсутності росту бактерій, мм (розведення препаратів)						
	нативний	1:10 ⁻¹	1:10 ⁻²	1:10 ⁻³	1:10 ⁻⁴	1:10 ⁻⁵	1:10 ⁻⁶
<i>Sviteko-ППВ</i>							
<i>P. syringae</i>	20	15	0	0	0	0	0
<i>P. fluorescens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>X. campestris pv. campestris</i>	БЦ повна	40	28	0	0	0	0
<i>C. michiganensis</i>	БЦ повна	35	22	5	0	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-ОПІ</i>							
<i>P. syringae</i>	15	13	10	БС-18	БС-9	0	0
<i>P. fluorescens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i>	30	20	0	0	0	0	0
<i>X. campestris pv. campestris</i>	50	40	15	13	0	0	0
<i>C. michiganensis</i>	50	35	24	15	0	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	20	13	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-Азробиотик-01</i>							
<i>P. syringae</i>	50	30	25	25	10	БС сл..	0
<i>P. fluorescens</i>	30						
<i>P. carotovorum</i>	50	25	22	27	0	0	0
<i>X. campestris pv. campestris</i>	40	35	30	15	10	0	0
<i>C. michiganensis</i>	60	30	18	15	13	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	50	35	15	5	0	0	0

БЦ – бактерицидна дія, БС – бактеріостатична дія

Виявлено, що представники фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis* чутливі до препарату навіть в розведенні 1 : 10000. Препарат *Sviteko-Азробиотик-01* розведений в 1000 разів проявив високу антибактеріальну дію до *Pseudomonas syringae* і *Pseudomonas fluorescens*. Дещо меншу - до *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*. І зовсім слабку - до *Agrobacterium tumefaciens*. Для обмеження поширення фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae* і *Pectobacterium carotovorum* вищезгаданий пробіотичний препарат можна використовувати у дозі 1 : 1000.

Препарати *Sviteko-ППВ* і *Sviteko-ОПЛ* проявили вибірково антибактеріальну дію на деякі збудники бактеріальних хвороб. Так, препарат *Sviteko-ППВ* проявив антибактеріальну дію до *Pseudomonas syringae* тільки в нативному (не розведеному) виді і у розведенні в 10 раз. Антибактеріальну дію до *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis* препарат не виявив як в нативному стані, так і в розведенні 1:10 та 1:100. Взагалі не виявив токсичної дії препарат до *Pseudomonas fluorescens* та *Agrobacterium tumefaciens*.

Препарат *Sviteko-ОПЛ* проявив токсичну дію до фітопатогенних бактерій переважно в нативному виді. Виключенням є антибактеріальна активність щодо *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*, яка проявилася навіть у розведенні 1 : 1000.

Отже, пробіотичний препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у розведеннях 1:100 та 1:1000 раз можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від усіх досліджених нами фітопатогенних бактерій. Пробіотичний препарат *Sviteko-ОПЛ* можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від лише проти збудників бактеріозів *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*. Тому використання препаратів на основі пробіотиків у боротьбі з фітопатогенами є перспективним інноваційним напрямом, адже на ринку здебільшого представлені мікробіологічні препарати на основі симбіотичних азотофіксуючих, фосфат мобілізуючих, клубчастих бактерій (*Azotobacter*, *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus megaterium*).

Визначення фунгіцидної активності пробіотичних препаратів

Результати дослідження фунгіцидної активності (табл. 4.6) свідчать, що пробіотичні препарати не виявляють токсичної дії до вищевказаних фітопатогенних штамів грибів.

Чутливість фітопатогенних грибів до пробіотичних препаратів
(зони фунгіцидної дії, мм)

Мікроміцети	Нативний препарат	1:10 ⁻¹	1:10 ⁻²	1:10 ⁻³	1:10 ⁻⁴
<i>Sviteko-ППВ</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-ОПЛ</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	15 мм	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	15 мм	0	0	0	0
<i>Sviteko-Агробиотик-01</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	10	0	0	0	0

У процесі спостереження за дією препарату *Sviteko-ППВ* не було виявлено зон затримки росту для жодної з випробуваних концентрацій, що свідчить на резистентність мікроорганізмів до даного препарату. Виявлено активність препаратів *Sviteko-ОПЛ* та *Sviteko-Агробиотик-01* у нативному стані. Але діаметр зон затримки росту не перевищує 15 мм, що свідчить про слабку чутливість до препаратів. Ріст грибної культури спостерігали навіть всередині лунки, в яку вносили біоцид. Отже, досліджені пробіотичні препарати не пригнічують ріст тест-культур грибів.

Враховуючи вищеприведені результати дослідження, на наступному етапі проведено вивчення чутливості фітопатогенних бактерій та грибів до комплексного використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води. Проведено вивчення антибактеріальної активності щодо фітопатогенних бактерій наступних препаратів:

- 1 варіант - препарат *Sviteko-Агробиотик-01* у розведенні 1:100;
- 2 варіант – розчин супутньо-пластової води у розбавленні 1:1000;

3 варіант - суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:100) та СПВ (розведення 1:1000).

Отримані результати дослідження свідчать про те, що найкращі результати зафіксовані при комплексному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (1% розведення) та СПВ (0,1% розведення), причому по деяким фітопатогенам (*P. syringae*, *C. michiganensis*, *A.tumefaciens*) результати були кращі ніж при нативному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*. Таким чином підтвержено синергічну дію пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ при їх комплексному використанні проти фітопатогенних бактерій (рис. 4.2).

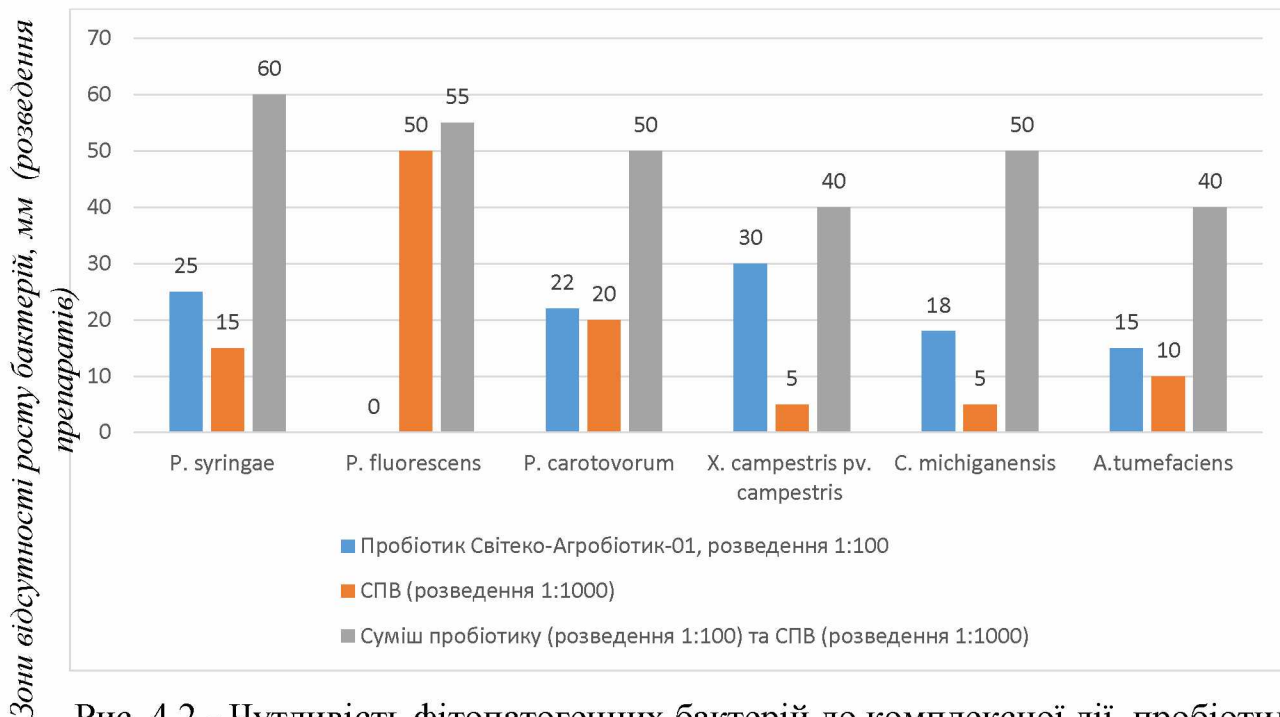


Рис. 4.2 - Чутливість фітопатогенних бактерій до комплексної дії пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ

Результати дослідження фунгіцидної активності (рис. 4.3) свідчать, що пробіотичні препарати *Sviteko-Агробіотик-01* у комплексі із СПВ виявляють токсичну дію до вищевказаних фітопатогенних штамів грибів. Це обумовлено токсичним впливом як безпосередньо СПВ, так і збільшенням активності пробіотичних мікроорганізмів внаслідок забезпечення СПВ необхідним поживним середовищем для даних мікроорганізмів (мікро- і

макроелементів). Таким чином встановлено, що суміш СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* можна використовувати як фунгіцид.

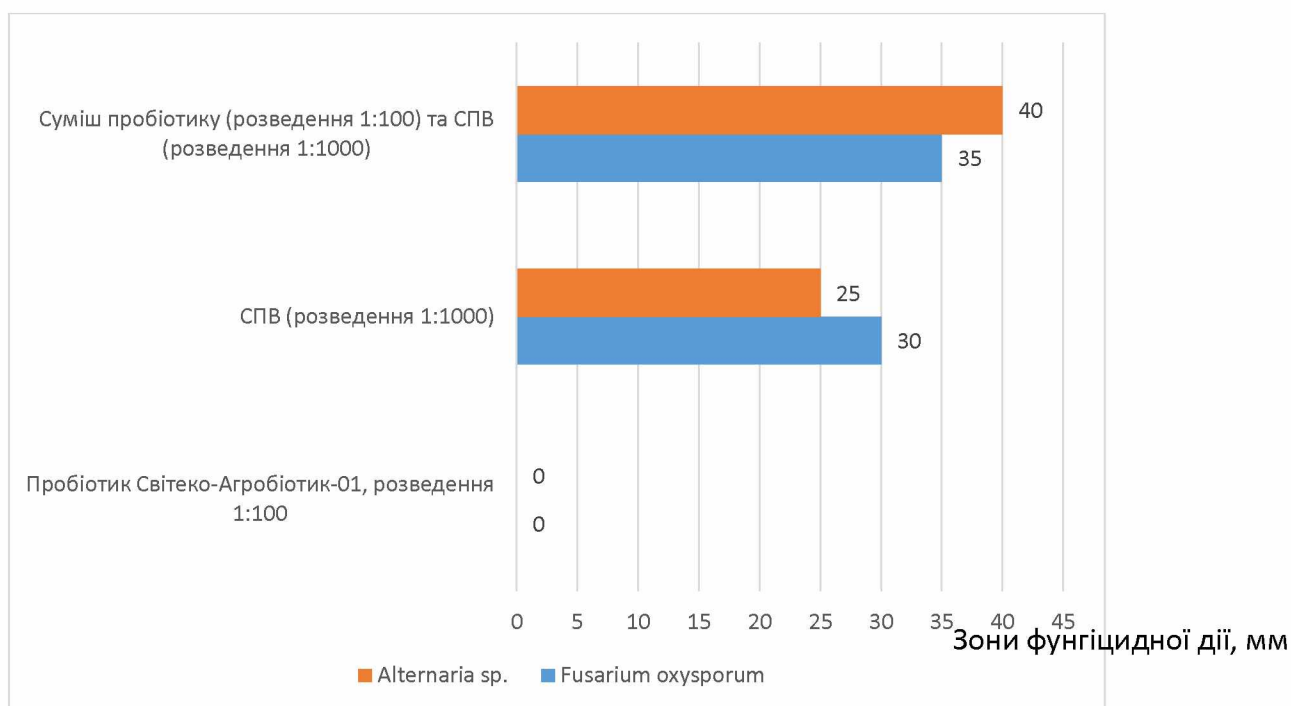


Рис. 4.3 -Чутливість фітопатогенних грибів до пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ (зони фунгіцидної дії, мм)

4.3 Комплексне використання пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою як фунгіциду в агросистемах

Враховуючи попередні лабораторні дослідження щодо можливостей використання пробіотичних препаратів та СПВ як фунгіциду, проведено вивчення впливу різних концентрацій пробіотичних препаратів та СПВ, а також їх сумішей на проростання спор збудників сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae (Pers)*).

На першому етапі проведено дослідження впливу різних концентрацій супутньо-пластової води на проростання спор збудників сажки звичайної проса (рис. 4.4). Дослідження проведено в польових умовах протягом 2017-2022 рр. Сорт проса – Полтавське Золотисте. Досліди закладали за трикратного повторення; довжина ділянки 1 м, ширина – 4 рядки [485].

Облік ураження сортів спор збудників пильної головної проса проводили у фазі воскової стиглості. Колосся, уражене сажкою, зв'язували за сортами, етикетують, обгортають папером і зберігали у сухому місці за температури навколишнього повітря. До польового журналу заносили кількість хворих та здорових колосків кожного сорту й обчислюють ураження у відсотках [485].

У результаті встановлено, що СПВ ефективно пригнічує проростання спор збудників пильної головної проса у будь яких її концентраціях, але при концентрації більше 25% цей показник становить більше 90% (рис. 4.4-4.5).

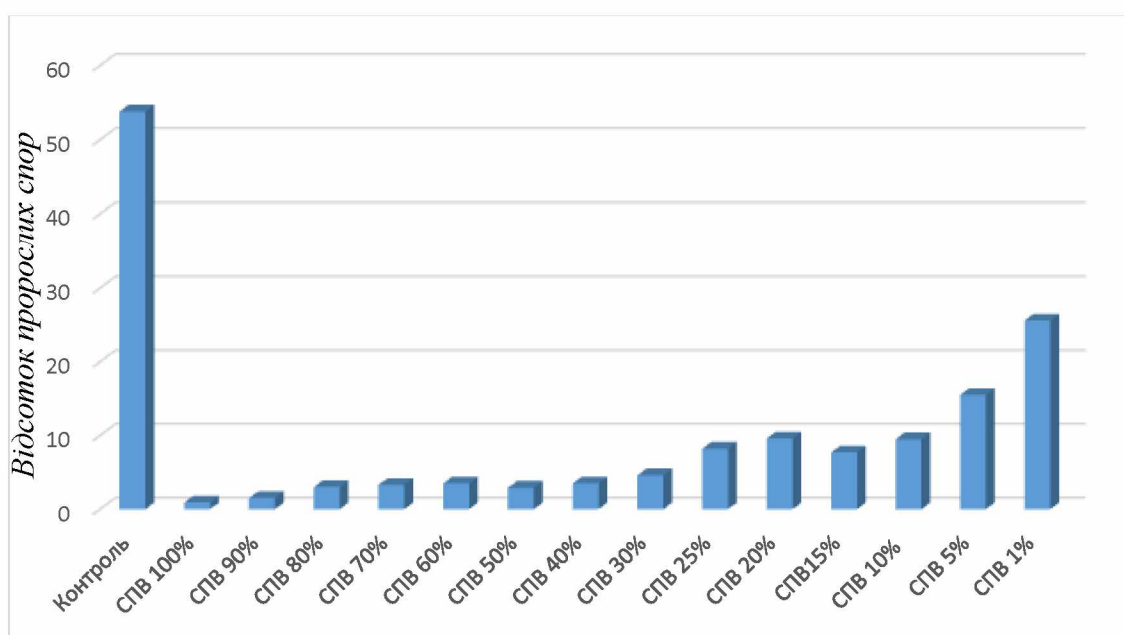


Рис. 4.4 – Відсоток пророслих спор збудників сажки звичайної проса (усереднені дані, 3-х кратна повторюваність за 5 років, 2017-2022 рр.)

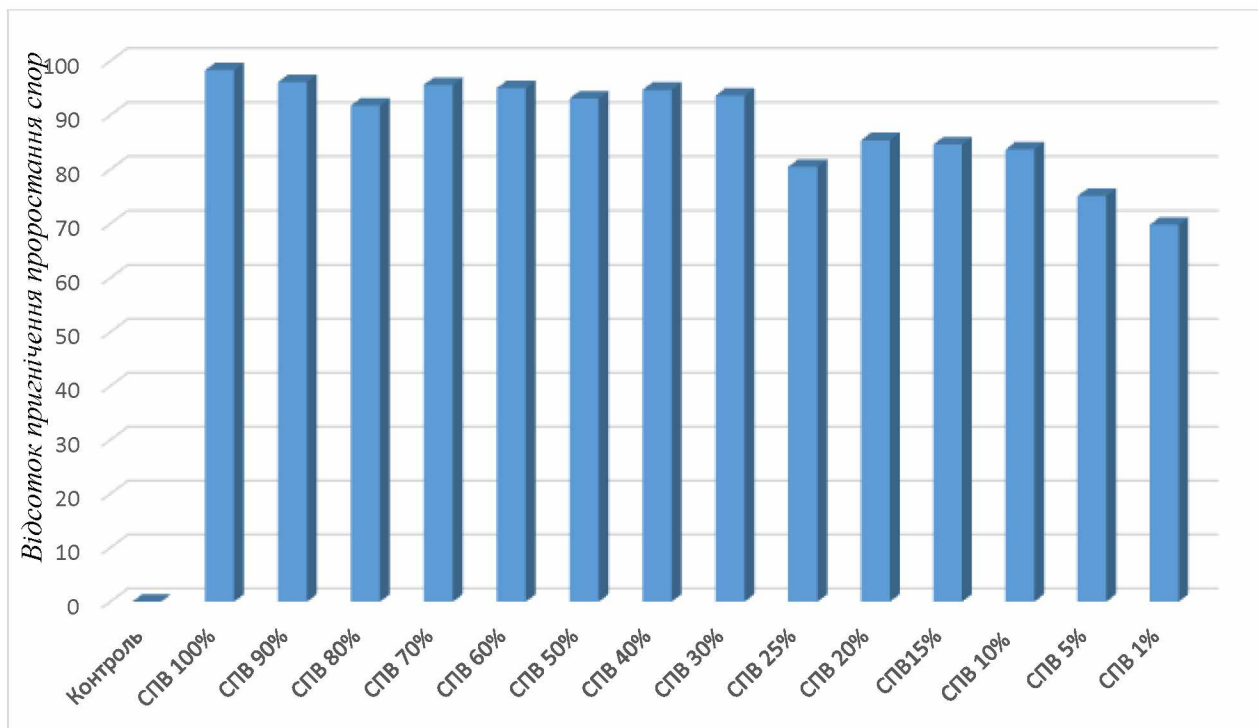


Рис. 4.5 – Відсоток пригнічення проростання спор збудників пильної головної проса (усереднені дані, 3-х кратна повторюваність за 5 років, 2017-2022 рр.)

Встановлено, що при зниженні концентрації СПВ до 1% пригнічення проростання спор збудників пильної головної проса зменшується в середньому до 69,8%.

На наступному етапі проведені дослідження комплексного впливу СПВ різної концентрації та пробіотику *Sviteko-Агробиотик-01* у розведенні 1:10 (для плівчастого насіння) на проростання спор збудника сажки звичайної проса. Встановлено, що при використанні суміші концентрації СПВ 10% та 1% з пробіотиком *Sviteko-Агробиотик-01* (10% розчин) пригнічення проростання спор збудників сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae* (Pers)) складає більше 90% (94,1 та 91,2% відповідно) (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Вплив різних концентрацій СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) на проростання спор збудника сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae* (Pers)).

Варіант	Всього спор	З них			% пророслих	% пригнічення проростання
		проросло	не проросло	деформ.		
Контроль	25,5	19,4	6,2	-	78,1	-
Пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:100)	20,9	10,1	10,8	-	53,8	-
СПВ 100%	24,4	0,15	21,4	1,0	0,9	98,3
СПВ 40%	27,0	0,4	26,6	0,25	1,5	96,7
СПВ 20%	31,0	0,97	30,03	-	11,8	95,0
СПВ 15%	27,5	2,2	25,3	0,025	7,7	89,7
СПВ 10%	23,7	2,3	21,4	-	9,5	83,7
СПВ 1%	25,6	6,55	18,95	0,015	25,6	69,8
СПВ 10%+пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:10)	24,4	0,36	23,01	1,03	1,5	94,1
СПВ 1%+пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:10)	22,5	0,50	20,52	0,55	2,2	91,2
СПВ 0,1%+пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:10)	26,3	11,86	13,17	0,011	45,1	50,1

Таким чином встановлено, що суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) та СПВ (розведення 1:10 та 1:100) є ефективним фунгіцидом для проса.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що найкращий результат для захисту агрофітоценозу отримано при обробці насіння пшениці озимої сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 94%, що на 25% більше у порівнянні з контролем, а схожість 97%, що на 10% більше у порівнянні з контролем відповідно. При обробці насіння ячменя найкращий результат також отримано при обробці насіння ячменя сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 95%, що на 30% більше у порівнянні з контролем, а схожість 96%, що на 12% більше у порівнянні з контролем відповідно. Таким чином, в результаті досліджень встановлено ефективність використання суміші пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для протруювання насіння у наступних дозах: для пшениці озимої (голозерного насіння) – суміш 1%-го розчину пробіотику та 0,1% розчину СПВ; для ячменя (плівчастого насіння) – суміш 10%-го розчину пробіотику та 1% розчину СПВ.

2. Встановлено, що пробіотичний препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у розведеннях 1:100 та 1:1000 раз можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від фітопатогенних бактерій. На основі вивчення чутливості фітопатогенних бактерій та грибів до комплексного використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води встановлено, що найкращі результати зафіксовані при комплексному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (1% розведення) та СПВ (0,1% розведення), причому по деяким фітопатогенам (*P. syringae*, *S. michiganensis*, *A. tumefaciens*) результати були кращі ніж при нативному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*. Таким чином підтвержено синергічну дію пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ при їх комплексному використанні проти фітопатогенних бактерій.

3. Встановлено, що пробіотичні препарати не виявляють токсичної дії до фітопатогенних штамів грибів. У той же час результати дослідження фунгіцидної активності свідчать, що пробіотичний препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у комплексі із СПВ виявляє токсичну дію до фітопатогенних штамів грибів. Це обумовлено токсичним впливом як безпосередньо СПВ, так і збільшенням активності пробіотичних мікроорганізмів внаслідок забезпечення СПВ необхідним поживним середовищем для даних мікроорганізмів (мікро- і макроелементів), тобто суміш СПВ та пробіотиків можна використовувати як фунгіцид.

4. Проведені дослідження комплексного впливу СПВ різної концентрації та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* у розведенні 1:10 (для плівчастого насіння) на проростання спор збудника сажки звичайної проса дозволили встановити, що при використанні суміші концентрації СПВ 10% та 1% з пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* (10% розчин) пригнічення проростання спор збудників сажки звичайної проса складає більше 90% (94,1 та 91,2% відповідно). Таким чином встановлено, що суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) та СПВ (розведення 1:10 та 1:100) є ефективним фунгіцидом для проса.

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 : навч. посіб. / 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.
6. Дмитренко В.Л., Махортов Ю.А. Оптимізація структури агроландшафтов. *Земледелие*. 1998. № 3. С. 18 - 19.
7. Фесенко А. М., Солошенко О. В., Гаврилович Н. Ю. Агроекологія : навч. посіб. / за ред. О. В. Солошенка, А. М. Фесенко. Харків: ХНТУСГ, 2013. 291 с.
8. Корніцька О.І. Органічне виробництво: основні напрями наукового забезпечення. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 26 - 30.
9. Таргоня В.С. Екологізація землеробства: концепція розвитку. *Новини агротехніки*. 2007. № 4. С. 40–41.
10. 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.

11. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 10. С.16-20.

12. Вороненко В.І. Науковометодичні підходи до оптимізації та ефективного використання земельних ресурсів. *Ефективна економіка*. 2012. № 7. С. 1-5.

13. Саблук П.Т. Економічний механізм АПК у ринковій системі господарювання. *Економіка АПК*. 2007. № 2. С. 3-10.

14. Ходаківська О.В. Екологізація сільськогосподарських земель: сучасний вимір та перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2011. № 10. С. 23-30.

15. Тарасова В. В. Екологічність агровиробництва в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2011. Т. 1. № 1 (28). С. 189–196.

16. Petry R. Gutachten zur Wiederaufnahme der Kohleförderung in der Ukraine. 2022 [zitiert nach Kahlweit 2022]

17. Abrahams P.W. Soils: Their implication to human health. *The Science of the Total Environment*. 2002. Vol. 291 P. 1-32.

18. [Мельник Л.Г. Методи оцінки екологічних втрат / заг. ред. Л.Г. Мельник. Суми : Університетська книга, 2010. 287с.](#)

19. La marque AB. *L'Agriculture Biologique* [Electronic resource]. – Available from : <http://www.agencebio.org/la-marque-ab>.

20. 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>.

21. Купинец Л. Е. Методология формирования комплексной оценки эффектов и эффективности создания органического производства. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир : «Полісся», 2013. С.61–66

22. Писаренко П. В., Горб О. О., Невмивака Т. В. Основи біологічного та адаптивного землеробства : навч. посіб. / за ред. П. В. Писаренко. Полтава, 2009. 312 с.
23. Стецишин П. О., Рекуненко В. В., Пиндус В. В. Основи органічного виробництва : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2018. 528 с
24. Одум Ю. Основи екології. Київ, 1975. 740 с.
25. Писаренко В.М., Антонєць А.С., Писаренко П.В. Система органічного землеробства агроєколога Семена Антонця. Полтава. 2017. 124 с.
26. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Пономаренко С.В. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава, 2017. 140 с.
27. Скальський В.В. Органічне землеробство: проблеми та перспективи. Економіка АПК. 2010. №4. С. 48–53.
28. Федоров М.М., Ходаківська О.В., Корчинська С.Г. Розвиток органічного виробництва. Київ: ННЦ ІАЕ, 2011. 146 с.
29. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів» / М.В. Присяжнюк та ін. Київ: Мінагрополітики, 2010. 109 с.
30. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області / за наук. ред. акад. НААН О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2015. 800 с.
31. 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.
32. Виробництво органічної продукції рослинництва в межах сільських сельбищних територій : метод. рекомен. / за редакцією академіка НААН В.Ф. Камінського. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 166 с.
33. 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.

34. 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.
35. Гадзало Я. М., Балян А. В., Володін С. А., Польовий В.М. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України / за ред. Я. М. Гадзало. Київ : Аграрна наука, 2016. 113 с.
36. 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.
37. 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.
38. Екологічна безпека агропромислового виробництва: монографія / за ред. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. К.: ДІА, 2013. 416 с.
39. Яцук І. П., Моклячук Л. І. Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія. Київ: ДІА, 2018. 384 с.
40. Макаренко Н. А., Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П. Екологобезпечне використання земель сільськогосподарського призначення Київської області / за ред. О.І. Фурдичка. К., 2010. 60 с.
41. Таргоня В., Яворів В. До питання виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва. *Техніка і технологія АПК*. 2011. № 1 (16). С. 35–39.