

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

СИНЯВСЬКОГО ВЛАДИСЛАВА ВІКТОРОВИЧА

2023

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 502.175:632.95

ПОГОДЖЕНО Декан факультету захисту рослин, біотехнологій та екології
ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ Завідувач кафедри екології агросфери та екологічного контролю

Коломієць Ю.В.

(підпис)

Наумовська О.І.

(підпис)

2023 р. " " 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Екологічна оцінка нових видів агрохімікатів методами біотестування»

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітня програма «Охорона навколишнього середовища»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Бондар В.І.

підпис

ПІБ

Виконав:

Синявський В.В.

підпис

ПІБ (прізвище та ініціали)

Київ – 2023 р.

Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Кафедра 06.04 екології агросфери та екологічного контролю

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Наумовська О.І.

“ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ

МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Синявського Владислава Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Екологічна оцінка нових видів агрохімікатів методами біотестування»

керівник роботи Бондарь Валерія Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

затверджені наказом НУБІП України від «08» грудня 2022 р.

2. Строк подання студентом роботи 29 жовтня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи навчальний посібник, навчально-методичні рекомендації з проведення практичних робіт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

-збір інформації щодо токсичності препаратів, огляд літературних джерел;

-порівняння препаратів;

-надання рекомендацій щодо попередження забруднення ґрунтів і природних вод внаслідок застосування препаратів.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата завдання видав	завдання прийняв
1	Бондарь В.І.		
2	Бондарь В.І.		
3	Бондарь В.І.		
Висновки	Бондарь В.І.		

6. Дата видачі завдання вересень 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір теми і отримання завдання дипломної роботи	Вересень 2022 р.	
2.	Опрацювання літературних джерел по темі	Протягом всього періоду	
3.	Проведення експериментальних досліджень	Травень 2022 р.	
4.	Аналіз результатів проведених досліджень	2022 – 2023 р.	
5.	Підготовка висновків	вересень 2023 р.	
6.	Написання і оформлення магістерської роботи	Вересень – травень 2023 р.	
7.	Підготовка доповіді і презентації	листопад 2023 р.	

Студент **Синявський В.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи **Бондарь В.І.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Дипломна робота – 72 с. табл. – 5, рис. – 5, джерел літератури – 50.
Об'єкт дослідження – агрохімікати, токсичність агрохімікатів.

Предмет дослідження – показники забруднення ґрунтів та природних вод, токсичність, порівняння агрохімікатів.

Мета роботи – вивчити токсичність дії біопрепаратів та нанопрепаратів на ґрунтові бактерії.

Актуальність дослідження – забруднення ґрунтів та природних вод внаслідок агрохімікатів викликає небезпечність цих ділянок.

У сучасному світі питання захисту навколишнього середовища від хімічного забруднення викликає серйозне занепокоєння. Одним із них є застосування агрохімікатів – мінеральних і органічних добрив, регуляторів росту. Завдяки їм підвищується родючість ґрунту, але штучним способом це досить негативно впливає на навколишнє середовище.

Ключові слова: агрохімікати, токсичність, біопрепарати, нанопрепарати

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Законодавча і нормативна база, що регулює поводження з агрохімікатами	10
1.2. Процедура державних випробувань агрохімікатів	20
1.3. Процедура державної реєстрації агрохімікатів	22
1.4. Можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем	28
1.5. Екоотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів	32
1.6. Небезпека агрохімікатів для ґрунтової біоти	39
1.7. Небезпека агрохімікатів для водної біоти	46
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	51
2.1 Характеристика матеріалів	51
2.1.2 Біопрепарати	52
2.2 Визначення чутливості бактерій до нанопрепарату методом лунок	54
2.3 Метод визначення чисельності бактерій у ґрунті	55
2.3.2 Визначення вологості ґрунту	55
2.3.3 Підготовка проб до посіву	56
2.3.4 Посів у чашки Петрі	57
2.3.5 Підрахунок колоній	58
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ	60
3.1 Результати токсичної дії біопрепарату	60
3.2 Результати дії нанопрепарату на ґрунтові бактерії	63
ВИСНОВКИ	70

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

НУБІ! ПІЯНІ
Україні

ВСТУП

Актуальність теми. Агрохімікати – це мінеральні, бактеріальні та органічні добрива, регулятори росту рослин та хімічні меліоранти. Їх застосовують для підвищення родючості ґрунтів, поліпшення якості рослинницької продукції та урожайності сільськогосподарських культур [36].

Основними принципами державної політики у сфері діяльності, пов'язаної з агрохімікатами, є:

пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього середовища по відношенню до економічного ефекту від застосування

пестицидів і агрохімікатів:

- державна підконтрольність їх ввезення на митну територію України, реєстрації, виробництва, зберігання, транспортування, торгівлі і застосування;

- безпечність для здоров'я людини та навколишнього природного середовища під час їх виробництва, транспортування, зберігання, випробування і застосування за умови дотримання вимог, встановлених санітарними нормами та іншими нормативно-правовими актами [36].

Серед агрохімікатів основну небезпеку несуть мінеральні добрива. Це хімічні сполуки, які є джерелом багатьох елементів та сполук у довкіллі. Екоотоксикологія – займається вивченням негативних сполук таких добрив. Ця наука про шкідливу дію хімічних речовин на тварини, людину та рослини, що надходять із різних об'єктів навколишнього природного середовища [40].

Мінеральні азотні добрива після того, як відбувається внесення в ґрунт, відразу вступають в реакцію та під впливом фізико-хімічних, біологічних та хімічних процесів перетворюються в рухомі мінеральні сполуки – обмінний амоній чи нітрати [48].

Екоотоксикологічна оцінка фосфорних добрив родовищ України за вмісту фтору була направлена на визначення ризику їхнього застосування в якості фосфорних добрив та передбачала встановлення допустимого рівня фтору, тобто його регламентацію залежно від санітарно-гігієнічних вимог та умов

застосування. Така оцінка базується на врахуванні фонових та гранично-допустимих концентрацій фтору у ґрунті, коефіцієнти толерантності ґрунтів відносно забруднення фтором, розмірах надходження фтору з фосфоритами у ґрунті при застосуванні їх добрив [49].

Мета роботи. Вивчити вплив агрохімікатів на навколишнє природне середовище, його забруднення за методами біотестування

Завдання роботи:

- порівняти агрохімікати на визначити рівень токсичності;
- здійснити прогноз небезпечності агрохімікати для ґрунтової системи, враховуючи норму внесення агрохімікату, вміст діючої речовини, вміст шкідливої речовини, фонову концентрацію та ГДК.
- зробити розрахунки забруднення для природних вод важкими металами через застосування агрохімікатів.

Агротехнологічні заходи мають профілактичний характер, тобто запобігають розмноженню шкідливих комах, також є агроприйоми які знищують шкідників. Завдяки відповідним прийомам агротехнологій, а також селекції, можна змінювати умови живлення та мікроклімату, місця проживання комах у несприятливий для них бік [50].

РОЗДІЛ. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Законодавча і нормативна база, що регулює поводження з агрохімікатами

Діяльність українського агробізнесу та фізичних осіб у сфері вирощування продукції рослинництва за своїми особливостями належить до найбільш ризикованих видів підприємницької діяльності. Незважаючи на це, останніми роками галузь розвивалася надзвичайно швидко. Тому як аграрний бізнес, так і звичайні люди, які використовують хімічні обробки землі, стикаються з багатьма правовими ризиками.

Законодавство України про застосування пестицидів складається з однойменного Закону України «Про пестициди і агрохімікати», Закону України «Про захист рослин» та відомих наказів, основним з яких є Національний санітарний регламент МОЗ України. Державні санітарні правила використання пестицидів і агрохімікатів в авіації в народному господарстві України, затверджені наказом МОЗ України від 3 серпня 1998 р. № 1 «Про транспортування, зберігання та використання пестицидів у народному господарстві» Міністерство Наказ від 18.12.96 р. № 382 та Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [7].

Агрохімікати - органічні, мінеральні та бактеріальні добрива, хімічні добавки, регулятори росту рослин та інші речовини, що використовуються для підвищення родючості ґрунту, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості рослинної продукції.

За ступенем небезпеки (токсичності) агрохімікати поділяються на такі групи хімічних класифікацій:

- сильнодіючі отруйні речовини;
- високотоксичні;
- середньої токсичності;
- малотоксичні [21, с. 32].

Відповідно до статей 4, 21 Закону України «Про захист рослин» підприємства, установи, організації всіх форм власності та громадяни, які

здійснюють діяльність, пов'язану з використанням і використанням земель, зобов'язані вживати заходів щодо захисту рослин. Вирощування сільськогосподарської продукції.

Відповідно до Державних санітарних правил Державної служби України 8.8.1.2.001-98 «Транспортування, зберігання та використання пестицидів і агрохімікатів у народному господарстві»: [7];

1. Забороняється застосовувати агрохімікати для захисту зелених насаджень у межах лікувально-профілактичних, дитячих установ, спортивних майданчиків, підприємств харчової промисловості.

2. Використання агрохімікатів дозволено лише з 22:00 до 7:00, щоб захистити сільські зелені зони та мінімізувати висхідні потоки.

3. Забороняється використовувати, для обробки парків і зелених насаджень у густонаселених пунктах у радіусі 1000 метрів стійкі, сильно токсичні пестициди та препарати з різкими запахами.

4. Для обробки індивідуальних садів і городів у населених пунктах допускається використання агрохімікатів, дозволених для роздрібного продажу населенню «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» та додатками до нього. Щоб зменшити агрохімічне навантаження на населений пункт, для боротьби зі шкідниками краще застосовувати біологічні методи, а для боротьби з бур'янами – агротехнічні.

5. Допускається використання ранцевих обприскувачів у населеному пункті, при швидкості вітру не більше 4 м/с.

6. У межах населених пунктів забороняється широка та одночасна обробка рослин одними і тими ж препаратами, що може призвести до великих викидів аерозолів і отруйних парів в атмосферу в густонаселених пунктах.

7. Категорично забороняється залишати пестициди та агрохімікати без нагляду в зоні використання. Не дозволяйте дітям контактувати з пестицидами.

8. До робіт з агрохімікатами не допускаються особи віком до 18 років, вагітні жінки, жінки, які годують груддю, а також особи, які мають протипоказання за станом здоров'я. Діти шкільного та дошкільного віку не повинні використовувати сільськогосподарські хімікати та працювати в місцях, де застосовувалися сільськогосподарські хімікати.

9. При роботі з агрохімікатами надягайте спецодяг, рукавички, захисні окуляри та респиратор.

10. Передбачено, що напередодні роботи та при температурі повітря вище 20°C на ділянці обробки пестицидами після випадання опадів не допускається виконання ручних робіт. У цих випадках термін виведення збільшується на один день.

11. Перед використанням отрутохімікатів для обробки необхідно завчасно повідомити мешканців прилеглих територій.

12. Пестициди та агрохімікати можна придбати лише в спеціалізованих магазинах, які мають усі необхідні ліцензії. Ліки повинні бути розфасовані та опломбовані.

Невиконання вимог чинного законодавства тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або кримінальну відповідальність. Цей перелік правил допоможе кожному громадянину уникнути конфліктних ситуацій, які часто виникають під час використання отрутохімікатів у своїх оселях та на городі [11, с. 9].

Хімічні речовини сільського господарства можуть потрапляти в організм людини не тільки через дихальні шляхи, а й безпосередньо через неушкоджену шкіру та слизову оболонку очей, а також через травний тракт. Деякі з них мають властивість накопичуватися в організмі, викликаючи хронічні отруєння протягом тривалого часу. Потрапляючи в організм, пестициди можуть вражати центральну нервову систему, печінку, нирки та інші внутрішні органи [29, с. 24].

Це те, що повинні розуміти і враховувати не лише фахівці сільського господарства, які зобов'язані раціонально вирішувати проблеми конкретного

застосування агрохімікатів на практиці, але й усі, хто працює з ними на присадибних ділянках, дачах тощо.

Стратегії майбутнього виживання людства включають низку дій, серед яких важливими є заходи щодо зменшення забруднення біосфери. Сучасне сільськогосподарське виробництво потребує використання різноманітних хімічних засобів, найважливішими з яких є агрохімікати (згідно із Законом України «Про пестициди і агрохімікати» до агрохімікатів відносяться органічні добрива, мінеральні добрива, хімічні добавки та інші хімічні речовини, що використовуються для підвищення продуктивності сільськогосподарської продукції) родючість ґрунту, урожайність сільськогосподарських культур та покращення якості продукції рослинництва) [4]. Традиційно агрохімікати вважалися безпечними хімікатами, оскільки вони є мінеральними продуктами, і

можливість гострого отруєння не має практичного значення. Водночас відомо, що систематичне застосування агрохімікатів з порушенням оптимальних доз, умов і пропорцій елементів живлення може призвести до негативних наслідків: зниження ефективного та потенційного рівнів родючості ґрунту, забруднення природних водойм. Біологічні джерела та отрути, погіршення якості сільськогосподарської продукції тощо. Крім того, враховуючи, що велика

кількість сільськогосподарських хімікатів є продуктами переробки промислових відходів, низькозабаченої сільськогосподарської продукції руд, через наявність домішок важких металів досить висока ймовірність небезпечного впливу на організми та природні екосистеми, радіонукліди, органічні та неорганічні речовини [1, с. 37].

Статтею 3 Закону України «Про пестициди і агрохімікати» «Основні засади державної політики у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами і агрохімікатами», визначено, що основними засадами державної політики у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами і агрохімікатами, є [1]:

Надати пріоритет підтримці здоров'я людей і захисту навколишнього природного середовища у зв'язку з економічними наслідками використання пестицидів і агрохімікатів;

Держава здійснює контроль за її ввезенням, реєстрацією, виробництвом, зберіганням, транспортуванням, обігом і використанням на митній території України (відповідно до частини третьої статті 3 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 18.03.2004 N 1628-IV).

обґрунтованість його застосування;

зведення до мінімуму використання пестицидів за рахунок використання біоагротехніки та інших екологічно безпечних нехімічних методів захисту рослин;

забезпечувати безпеку здоров'я людини та навколишнього природного середовища під час її виробництва, транспортування, зберігання, випробування та використання, дотримуватись вимог гігієнічних нормативів та інших нормативно-правових актів (пункт 6 статті 3 згідно із Законом України «Про від 13.05.2010 N 2189-VI та редакціями від 20.09.2019 N 124-IX)

гармонізація національної політики щодо пестицидів та агрохімії.

Відповідно до положень статті 4 «Розділу 2 Національна інспекція та державна реєстрація пестицидів, агрохімікатів і технічних засобів для їх застосування». «Вимоги до пестицидів і агрохімікатів»: Імпорт пестицидів і агрохімікатів вітчизняного та міжнародного виробництва для використання в Україні повинен відповідати таким вимогам: висока біологічна ефективність, що відповідає призначенню використання; безпека для здоров'я людини та навколишнього середовища, за умови дотримання правила його використання, дотримуватись гігієнічних норм та інших правових актів [1].

(Відповідно до пункту 4 частини першої статті 4 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 20.09.2019 N 124-IX)

Ввезення, виробництво, торгівля, використання та просування на митну територію України пестицидів і агрохімікатів до державної реєстрації забороняється, крім випадків, передбачених цим Законом. Вимоги щодо державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів не поширюються на дослідні партії для державних випробувань і наукових досліджень, продукцію на експорт і виробництво дослідних серій для державних випробувань, науково-технічних

досліджень і випробувань, а також на ті, що наведені в додатку до цього Закону
Виробництво агрохімікатів.

(Частина друга статті 4 із змінами, внесеними згідно із Законом України
від 08.12.2015 № 867-VIII, із змінами, внесеними згідно із Законом України від
30.06.2021 № 1586-IX) [1]

Незарєєстровані пестициди і агрохімікати для проведення державних
випробувань і наукових досліджень, а також насіннєвий (садивний) матеріал,
оброблений за програмою державних випробувань і наукових досліджень,
ввозяться на митну територію України в науково обґрунтованих кількостях
відповідно до Порядку проведення державних випробувань і наукових
досліджень. Мають ліцензію, видану центральним органом виконавчої
влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього
природного середовища в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

(Частина третя статті 4 із змінами, внесеними згідно із Законом України від
09.04.2014 N 1193-VII)

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у
сфері охорони навколишнього природного середовища, вносить видані ліцензії
або відомості про державну реєстрацію пестицидів у табличній формі до єдиного
державного інформаційного порталу «Єдине вікно міжнародної торгівлі».
Електронні документи, засвідчені електронним цифровим підписом та
агрохімікати на дату видачі або реєстрації ліцензій на пестициди та агрохімікати.

(Відповідно до Закону України від 06.09.2018 N 2530-VIII статтю 4
доповнено новою частиною IV) [1]

Митні органи здійснюють відповідні митні формальності, необхідні для
вільного обігу пестицидів і агрохімікатів на митній території України, на підставі
переліку агрохімікатів, дозволених до ввезення на митну територію України,
виробництва, торгівлі, використання та рекламування. проводити державну
реєстрацію згідно з додатком до цього Закону, а також ліцензії або відомості про
державну реєстрацію пестицидів і агрохімікатів, отримані від центрального
органу виконавчої влади з питань реалізації державної політики у сфері охорони

навколишнього природного середовища за допомогою «єдиного» вікно» відповідно до Митного закону України.

(Відповідно до Закону України від 06.09.2018 р. № 2530-VIII статтю 4 доповнено новою частиною п'ятою, у зв'язку з чим частину четверту вважати частиною шостою статті 4, статтю 4 частиною V). та відповідно до Закону України від 14 січня 2020 року № 440-IX) [1]

Застосування пестицидів і залишків агрохімікатів, що перевищують реєстраційний термін, має бути здійснено протягом двох років.

(Частина шоста статті 4 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 09.04.2014 № 1193-VII) (Частини другу та третю статті 4 замінено частинами другою - четвертою згідно із Законом України від 03.03.2004) 18/2004 № 1628-IV)

Виключення частини 5 статті 4 (згідно із Законом України від 08.12.2015 № 867-VIII)

З 24 лютого 2022 року, відповідно до Закону України «Про правову систему воєнного стану», в Україні запроваджено воєнний стан.

Постановою Кабінету Міністрів України від 16.03.2022 № 297 «Деякі питання транспортування, зберігання, використання та обігу пестицидів і агрохімікатів» визначено, що строк дії дозволу (свідоцтва) на право роботи пов'язаний з транспортуванням, зберігання пестицидів і агрохімікатів. Положення про використання та торгівлю оприлюднюються відповідно до Закону України «Про пестициди і агрохімікати», який набирає чинності з 1 січня 2022 року та діятиме на період дії воєнного стану в Україні, а також буде діяти протягом 90 днів з моменту його припинення або анулювання.

Залежно від виконання певних агрохімічних робіт працівники повинні дотримуватись певних гігієнічних вимог і відповідних заходів безпеки:

Перевозити їх можна тільки спеціально призначеними транспортними засобами та в міцній надійній упаковці, щоб уникнути розсипання чи розливання, з відповідним маркуванням на тарі (упаковці);

Застосування хімічних засобів (розпилення, обпилювання, травлення тощо) необхідно механізувати за допомогою спеціального обладнання (примічаного, наземного або авіаційного) із суворим дотриманням усіх технічних регламентів, інструкцій та рекомендацій на упаковці з урахуванням швидкості вітру. і напрямом, гігієнічні розриви з місцями проживання, водопостачання, відкриті водойми, тваринницькі ферми та пасіки;

У польових умовах із вищими температурами навесні та влітку пестициди можна використовувати лише вранці або ввечері, але обробку можна проводити вдень у похмурі та прохолодні дні, щоб уникнути залишків пестицидів. Швидко випаровується і може спричинити отруєння персоналу [7];

При застосуванні сильнодіючих отруйних агрохімікатів тривалість робочого дня – 4 години, в іншому випадку – не більше 6 годин, а в кінці робочого дня невикористані залишки робочого розчину пестициду повинні бути повернуті на склад і зареєстровані у відповідних органах. реєстраційний формуляр. Спеціальні колоди (в побути – підлеобне приміщення, окремо від харчових);

Обробка рослин або ґрунт агрохімікатами відповідно до рекомендованих термінів (як правило, терміни використання агрохімікатів вказані на упаковці препарату). Зокрема, необхідно суворо дотримуватись термінів остаточної передзбиральної обробки, зазначених у «Переліку агрохімікатів...». У всіх випадках застосування агрохімікатів необхідно підбирати оптимальні умови з урахуванням біологічних стадій розвитку культури та шкідників;

У робочих місцях, де знаходяться агрохімікати, забороняється зберігати та вживати харчові продукти, напої, палити, а також використовувати їх без спеціального одягу та засобів індивідуального захисту (респіраторів типу РУ-60М, РПГ-67 або сучасних імпортих респіраторів з фільтрами відповідних фірм). робота в корпусі «Астра»-2, протигаз, окуляри). Звичайні протипилові маски (типу «нелюстка») або марлеві пов'язки не заважають пестицидам проникнути в організм. Робочі місця повинні бути обладнані спеціалізованими медичними аптечками для надання першої медичної допомоги при отруєнні

пестицидами. Якщо ви випадково проковтнули пестициди та потрапили у шлунок, негайно промийте його та зверніться до лікаря.

При застосуванні мінеральних добрив у зону дихання працівників або на шкіру працівників можливе також потрапляння різних хімічних речовин, що шкідливо впливають на здоров'я людини, зокрема пари аміаку, оксиди азоту, діоксид сірки, фтор, пил тощо. Руками, тому заходи безпеки повинні бути такими ж, як і при використанні пестицидів [1];

Після застосування агрохімікатів засоби індивідуального захисту необхідно ретельно випрати, випрати робочий одяг, продезінфікувати дезінфікуючим засобом (5% розчином соди), зберігати не в робочому приміщенні, а в спеціально відведеному приміщенні, використовувати агрохімікати або мінеральні добрива вдома. При цьому одяг повинні бути спеціально призначені для даного виду робіт, зберігатися (ратися) окремо від іншого домашнього одягу, ретельно вимиватися, а рот і ніс прополіскуватися водою;

Розливи та бризки слід негайно прибирати та нейтралізувати. Для цього на складах, де зберігаються агрохімікати (в тому числі вдома), а також на робочих місцях, де вони використовуються, повинні бути дегазуючі речовини - хлоролім, кальцинована сода. Категорично забороняється повторно використовувати порожню тару з відходами пестицидів та інших сільськогосподарських хімікатів для інших цілей. Таку тару слід утилізувати відповідно до діючих екологічних гігієнічних стандартів;

На площах, оброблених агрохімікатами, роботи можна відновити лише після закінчення визначеного періоду (від 1 до 60 днів), який визначається фізико-хімічними властивостями використаних агрохімікатів. Через 25 днів дозволяється випас худоби в зоні обробки пестицидами та в радіусі 300 м. Для надзвичайно небезпечних, дуже небезпечних і стійких пестицидів період відновлення чітко вказано в інструкціях із застосування.

15 серпня 2022 року Верховна Рада України прийняла проект «Внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення державного регулювання у сфері поводження з пестицидами та агрохімікатами» (Постанова № 4558).

Законопроект спрямований на вдосконалення законодавства у сфері поводження з пестицидами та агрохімікатами та наближення законодавства України до законодавства ЄС у сфері санітарії та фітосанітарії. Законопроект передбачає:

1) наблизити законодавство України до законодавства ЄС, зокрема положень Регламенту (ЄС) № 1107/2009;

2) мотивувати заборону використання пестицидів і агрохімікатів відповідно до вимог Угоди СОТ про застосування санітарних і фітосанітарних заходів;

3) підвищення ефективності та прозорості національних процедур тестування пестицидів та агрохімікатів;

4) розширити спроможність державних органів щодо боротьби з контрафактними пестицидами та агрохімікатами;

5) запропонувати вимоги до упаковки та маркування пестицидів і агрохімікатів, щоб звести до мінімуму ймовірність того, що їх прийняти за продукти харчування, напої, ліки або корми;

6) уточнити вимоги щодо того, що пестициди та агрохімікати повинні супроводжуватися етикеткою, яка повністю відповідає вимогам законодавства ЄС;

7) посилити боротьбу з контрафактом, особливо шляхом включення концепції упаковки в ліцензії на виробництво особливо небезпечних хімічних речовин (включаючи виробництво пестицидів). Як правило, підпільні виробники пестицидів не видають ліцензії на свої виробничі дільниці, тому що вони офіційно займаються «фасуванням продукції» і наразі не потребують ліцензії. Фактично ця діяльність здійснюється без будь-якого державного контролю та регулювання, є неприпустимим;

8) фізичним особам заборонено ввозити в Україну пестициди та агрохімікати для власних потреб – це один із каналів контрабанди та контрафакту в Україну [7];

9) запровадження національного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, в електронному вигляді, який буде вестись на безоплатній основі та відкритий для доступу на офіційному веб-сайті;

10) Запровадити право національних інспекторів виявляти підроблені пестициди та агрохімікати відповідно до законодавства ЄС.

Отже, лише суворо дотримуючись правил застосування пестицидів та інших агрохімікатів, гігієнічних норм і виробничих процедур, можна забезпечити захист рослин від шкідників, хвороб, шкідників і бур'янів, а також забезпечити збереження рослин. Бережіть особисте здоров'я та навколишнє середовище.

1.2. Процедура державних випробувань агрохімікатів

Проведення загальнодержавних випробувань пестицидів і агрохімікатів вітчизняного та зарубіжного виробництва з метою біологічної, токсикологічної, санітарно-екологічної експертизи та розробки регламентів їх застосування. Державні випробування пестицидів і агрохімікатів визначаються центральним органом виконавчої влади з реалізації державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища і проводяться на підприємствах, в установах та організаціях у порядку, затвердженому Кабінетом Міністрів України.

Стаття 6 Закону України «Про пестициди і агрохімікати» «Проведення державних випробувань пестицидів і агрохімікатів» Національне випробування пестицидів і агрохімікатів проводиться в два етапи: польовий і виробничий [1].

Метою польових випробувань є визначення або підтвердження біологічної ефективності нових пестицидів і агрохімікатів порівняно з уже

використовуваними пестицидами і агрохімікатами, розробка тимчасових регламентів їх застосування, поглиблене вивчення форм випуску.

(Частина друга статті 6 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 18.03.2004 N 1628-IV)

Сільськогосподарська продукція, отримана шляхом польових випробувань пестицидів і агрохімікатів, що містять нові діючі речовини, буде знищена відповідно до вимог санітарних правил щодо безпеки здоров'я людини та охорони навколишнього природного середовища.

(Згідно зі ст. 6 ч. III N 1628-IV Закону України від 18.03.2004 р. із змінами)

Метою проведення виробничих випробувань є підтвердження біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів у різних регіонах України, уточнення та підтвердження регламентів і способів їх застосування, гігієнічних, санітарних та екологічних нормативів, розробка та модифікація методик визначення залишків ці пестициди та агрохімікати. Пестициди та агрохімікати та їх небезпечні метаболіти.

(Частина четверта статті 6 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 18.03.2004 N 1628-IV)

Пестициди та агрохімічні препарати вітчизняного та зарубіжного виробництва, щодо яких встановлено правила їх застосування у тому числі гігієнічні нормативи та методи контролю за їх дотриманням, підлягають державній реєстрації. Державна реєстрація лікарських засобів, що виробляються на території України, здійснюється після реєстрації діючої речовини в Держсаннагляді МОЗ [1].

Відповідно до постанови, Мінекології прийматиме звернення щодо включення препаратів до національного плану випробувань до 25 березня поточного року. Мінприроди протягом року прийматиме заявки на включення азотних добрив до цього річної національної пілотної програми.

Національне тестування та реєстрація пестицидів і агрохімікатів спрямована на мінімізацію шкідливого впливу пестицидів і агрохімікатів за умови дотримання правил використання, а також на виконання вимог високої

біологічної ефективності та безпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища при безпосередньому використанні, з національними стандартами, санітарними правилами та іншими нормативними документами.

Метою національних випробувань є формулювання біологічних, токсикологічних, гігієнічних та екологічних оцінок і розробка правил їх застосування [14, с. 31].

Препарати, що містять нову діючу речовину, підлягають національному тестуванню протягом двох повних періодів вегетації,

Якщо лікарський засіб містить діючу речовину, яка входить до складу зареєстрованого лікарського засобу, що має те саме призначення та призначений для того самого виду сільськогосподарських культур, строк національного випробування скорочується до одного повного вегетаційного періоду;

Препарати для ущільнення ґрунту, боротьби з гризунами та побутовими комахами, фумігації складських і зернових запасів терміном до одного року.

Однією з обов'язкових умов державної реєстрації лікарського засобу є надання документації щодо його безпечного застосування, у тому числі позитивних висновків державного санітарно-епідеміологічного нагляду, еколого-експертної оцінки матеріалу, методики визначення кількості залишків

пестицидів та агрохімікатів в медицині, повітрі, ґрунті, сільськогосподарській продукції, кормах, їжі, воді [20, с. 18].

Якщо рецензія та рекомендації Науково-експертної комісії Мінприроди дають позитивний результат, приймається рішення про національну реєстрацію препарату, і після сплати заявником реєстраційного збору препарат буде внесено до національного реєстраційного переліку. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, що ведеться в електронному вигляді (<https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ...>), а заявника повідомляють про державну реєстрацію препарату.

1.3. Процедура державної реєстрації агрохімікатів

Стаття 7 «Національна реєстрація пестицидів і сільськогосподарських хімікатів», пестициди і агрохімічні препарати підлягають державній реєстрації.

Державна реєстрація пестицидів і агрохімікатів здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, у порядку та розмірах, визначених Кабінетом Міністрів України, за позитивних результатів перевірки та за плату. основа. матеріал дослідження.

(Згідно з частиною другою статті 7 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 17.05.2012 N 4769-VI) [1]

Обов'язковою умовою державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів є надання відповідної документації про їх безпечне застосування, у тому числі позитивних висновків державного санітарно-епідеміологічного нагляду та позитивної еколого-експертної оцінки матеріалів, поданих для реєстрації пестицидів і агрохімікатів, сільськогосподарської продукції. Методи визначення залишків пестицидів і агрохімікатів у кормах, харчових продуктах, ґрунті, воді та повітрі.

(Частина третя статті 7 внесена згідно із Законами України від 18.03.2004 N 1628-IV та від 23.05.2017 N 2059-VIII, набрала чинності 18.12.2017)

Для державної реєстрації пестицидів або агрохімікатів в Україні забороняється використовувати відомості, що містяться в документах (досьє) про безпечне використання цих пестицидів і агрохімікатів без дозволу суб'єкта господарювання та реєстрації за його заявою. Здійснюється протягом десяти років з дня реєстрації. (Відповідно до Закону України від 14.11.2006 N 335-V статтю 7 доповнено новою частиною IV, з цією метою частини IV - VIII вважати відповідно частинами V - IX) [1]

Після державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів стандартні зразки пестицидів і агрохімікатів, а також методики визначення їх залишкових речовин надаються до органів, що здійснюють державний контроль за їх використанням, у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. Пестициди та агрохімікати можуть бути зареєстровані максимум на десять років. Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, може накласти повну або тимчасову

заборону на використання пестицидів і агрохімікатів у разі появи нових, раніше невідомих даних про шкідливість пестицидів і агрохімікатів.

У деяких випадках, у поєднанні з загальнодержавною (регіональною) ситуацією з питань охорони здоров'я та епідемій та захисту навколишнього середовища, центральний адміністративний орган реалізує національну політику у сфері охорони здоров'я людей та запобігання епідеміям, а центральні адміністративні органи реалізують національну політику щодо захисту навколишнього природного середовища та має право обмежувати різні види обмежень відповідно до встановлених процедур. Діяльність із застосуванням пестицидів та агрохімікатів.

(Відповідно до частини VI статті 7 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 18.03.2004 N 1628-IV)

Після закінчення строку реєстрації пестицидів і агрохімікатів перереєстрація проводиться за плату в порядку та розмірах, визначених Кабінетом Міністрів України.

(Згідно з частиною сьомою статті 7 із змінами, внесеними згідно із Законом України від 17.05.2012 N 4769-VI) [1]

Перелік дозволених до застосування пестицидів і агрохімікатів, регламенти їх застосування та щорічні обсяги додавання ведуться центральним органом виконавчої влади з реалізації державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища в порядку, встановленому Кабінетом

Міністрів України. Україна. Державна реєстрація пестицидів і агрохімікатів є підставою для здійснення державного контролю за санітарно-гігієнічними заходами (процедурами огляду, перевірки та чогодження) на наявність у харчових продуктах уповноважених центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики. У сфері охорони здоров'я – вміст залишків пестицидів та агрохімікатів у харчових продуктах, що реалізуються на

ринку України. (Статтю 7 доповнено згідно із Законом України від 14.09.2006 N 141-V, до частини IX статті 7 внесено зміни згідно із Законом України від 16.10.2012 N 5456-VI та 12.02.2015 N 191-VIII)

Плата за державну реєстрацію визначена наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 20.11.2008 р. № 593. [1]

Реєстрація експерименту [30, с. 7]:

Препарати, повна інформація щодо яких неможливо надати Мінприроди під час національної реєстрації, але токсикологічні та гігієнічні властивості та сфера застосування яких дають змогу вважати ризик небезпеки незначним, можуть підлягати дослідній реєстрації для до 2 років. Сфера застосування експериментально зареєстрованих препаратів не розширюється.

Якщо з об'єктивних причин протягом двох років не буде отримано інформацію, необхідну для постійної реєстрації лікарського засобу, термін дії випробувальної реєстрації може бути продовжено рішенням Міндовкілля на один рік на підставі висновку рецензії, і тільки один раз.

Реєстрація препарату [40, с. 13]:

Перереєстрація відноситься до раніше зареєстрованого препарату, термін національної реєстрації якого закінчився або закінчився, або зареєстрованого препарату, який перереєстровано на іншого заявника. Якщо інформація про реєстрацію препарату зміниться, препарат буде перейменовано під іншу торгову назву. Реєстрація з іншим заявником для розширення сфери застосування препарату.

Перереєстрація здійснюється в порядку, передбаченому національними правилами реєстрації лікарських засобів. Для перереєстрації препарату необхідно подати до Мінприроди заяву у двох примірниках, а нові матеріали, не включені до поданих раніше реєстраційних документів, — до Мінприроди.

Перереєстрація не поширюється на лікарські засоби, щодо яких отримано нові, раніше невідомі в Україні та за кордоном дані щодо їх небезпеки або недостатньої біологічної ефективності для використання за призначенням. Для державної реєстрації лікарських засобів до Мінприроди необхідно подати такі документи:

Заява про державну реєстрацію лікарського засобу українською мовою у двох примірниках [44, с. 13];

Матеріали (досье) у вигляді діючих речовин і препаратів, на підставі яких складається заява на реєстрацію лікарського засобу, заповнені відповідно до глав і пунктів заявки у двох примірниках українською, англійською, російською мовами;

Для бактеріальних препаратів додатково - свідоцтво про депонування штаму та паспорт мікробного штаму;

Сертифікат стабільності інгредієнтів лікарських засобів, національні стандарти або технічні умови сировини і лікарських форм у двох примірниках - вітчизняні лікарські засоби;

Звіт про результати державних випробувань лікарських засобів у двох примірниках на азотні добрива, що містять діючі речовини, що входять до складу зареєстрованого лікарського засобу для того самого призначення та в тій самій групі культур - звіт про рецензування у двох примірниках;

Методичні рекомендації щодо визначення залишків пестицидів у сільськогосподарській продукції, кормах, харчових продуктах, ґрунті, воді та повітрі та методи визначення кваліфікованості пестицидів і агрохімікатів з сертифікатами якості у двох примірниках;

Зразки етикеток лікарських засобів та інструкції з безпеки в двох примірниках;

Авторизація представницького листа (за необхідності) [47, с. 13].

Якщо препарат призначений для роздрібного продажу населенню, заявник також повинен надати опис тари.

Після прийняття реєстраційного документа заявник отримає рахунок-фактуру на перевірку препарату та сплатить його протягом 10 днів. Строк розгляду реєстраційних документів від моменту оплати рахунка до прийняття рішення про державну реєстрацію не повинен перевищувати 90 днів.

Про негативний результат зазначеної перевірки Мінприроди у 10-денний строк письмово повідомляє заявника з поясненням причин.

Відмова в реєстрації (перереєстрації) лікарського засобу може бути зумовлена негативними висновками державної санітарно-епідеміологічної

інспекції; поданням документів, що не відповідають встановленим вимогам; отриманням раніше невідомих даних про небезпеку лікарського засобу або недостатню біологічну ефективність для використання за призначенням; негативний висновок національної екологічної експертизи; неповідомлення про зміни в складі препарату.

Після сплати реєстраційного збору та отримання затвердження зразка етикетки препарат буде внесено до Національного реєстру пестицидів і агрохімікатів і заявник буде повідомлений про те, що препарат отримав національну реєстрацію [34, с. 11].

Рішення про національну реєстрацію лікарських засобів набирає чинності з дати внесення препарату до реєстру та закінчується наприкінці року (31 грудня) з урахуванням кінцевого терміну реєстрації. Термін державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів – до 10 років. Термін дії національної реєстрації лікарських засобів може бути коротшим, що означає зменшення плати за реєстрацію.

Кабінет міністрів України спростив видачу ліцензій на реєстрацію пестицидів і агрохімікатів на період воєнного стану для суб'єктів господарювання.

Про це повідомили в Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів України, передають "Українські новини".

"Кабмін" вніс зміни до Порядку випробувань та державної реєстрації пестицидів і агрохімікатів. Цим рішенням він спростив оформлення ліцензійних документів для підприємств і відповідно до Закону України "Про безперервне виробництво і постачання сільськогосподарської продукції в Україні". під час воєнного стану «Внесення змін до деяких законів» вимагають узгодження виконання цих процедур.

Відтепер у період дії воєнного стану та протягом 90 днів після скасування воєнного стану для реєстрації пестицидів більше не потрібен висновок санітарно-епідеміологічного нагляду Держпродспоживслужби.

У Мінприроди наголосили, що експертну консультацію необхідно

повернути протягом 90 днів після її відкликання.

Як повідомляється, Національне бюро з питань безпеки харчових продуктів і захисту споживачів відновило прийом заяв на видачу висновків держсанепідемнагляду. Служба призупинена з моменту введення воєнного стану в Україні.

1.4. Можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем

Щороку на сільськогосподарські поля Землі вноситься приблизно 400 млн. тон мінеральних добрив і понад 2 млн. тон хімікатів, які використовуються для боротьби зі шкідниками. Токсичні речовини циркулюють у ґрунті, воді, атмосфері та поживних ланцюгах разом із хімічними агентами, викликаючи забруднення біосфери та погіршення якості. Надмірне використання мінеральних добрив, пестицидів, агрохімікатів та інших хімічних засобів, а також промислове забруднення ще більше ускладнюють екологічну ситуацію в Україні, знижуючи відтворювальну здатність біосфери та екологічну стійкість агроландшафтів. Завданням екоотоксикологічного моніторингу є вивчення ступеня забруднення сільськогосподарських угідь і сільськогосподарської продукції органічними забруднювачами, агрохімікатами, пестицидами, важкими металами, визначення джерел забруднення, прогнозування їх шкоди та запобігання забрудненню агроландшафту [48, с. 21].

У сучасних соціально-економічних умовах України актуальним стало питання використання агрохімікатів у агротехніці та вивчення наслідків їх впливу на екосистему та здоров'я населення. Агрохімікати — отруйні речовини хімічного або біологічного походження, їх сиодуки або суміші речовин, призначені для боротьби з організмами, що завдають шкоди культурам та/або сільськогосподарським культурам, знищують небажану рослинність, патогенів і переносників хвороб тварин і рослин, а також можуть регулювати розвиток організмів [47, с. 32]. Важливість агрохімікатів як забруднювачів навколишнього середовища залежить від їх поведінки на оброблених полях і прилеглих територіях, звідки вони мігрують в інші частини агроекосистеми, викликаючи

порушення харчового ланцюга організмів [12]. Різноманітні системи оцінки екологічної небезпеки агрохімікатів базуються на гігієнічних і токсикологічних показниках: здатність зберігати свої властивості в ґрунті та воді, здатність до міграції через профіль ґрунту, накопичення в сільськогосподарській продукції, вплив на біоту. З точки зору агротехніки оцінка ризику агрохімічного впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище також повинна враховувати норму витрати препарату.

Застосування агрохімікатів запроваджено у зв'язку з необхідністю збереження врожайності, при цьому пестициди безперервно переробляються в навколишнє середовище. Кругообіг агрохімікатів залежить від їхніх фізико-хімічних властивостей та умов середовища, в яких вони знаходяться. Небезпечно не тільки діюча речовина препарату, але і його метаболіти.

При багаторазовому застосуванні стійких агрохімікатів ґрунт може стати джерелом забруднення рослинної продукції. Тому агрохімікати використовували згідно з нормативними документами Васильєва В.П., Кавецького В.М., Бублика Л.І. Їх слід розглядати як один із засобів управління якістю агроєкосистем на основі порівняння агрохімічних навантажень із здатністю до самоочищення території [20, с. 23]. При цьому слід заздалегідь оцінити ступінь потенційної небезпеки для людини та навколишнього середовища запланованої системи заходів боротьби зі шкідниками. Для підтримки хороших екологічних умов необхідно контролювати кількість і запаси агрохімікатів на рівні, що відповідає інтенсивності процесу самоочищення в агроландшафтах. За допомогою моделі оцінки екотоксикологічного ризику (розробленої на основі розрахунків агроєкотоксикологічного індексу) проаналізовано сучасні системи захисту рослин та знайдено шляхи зниження агрохімічного навантаження на зернові та інші культур [5, с. 12].

Екологічні ризики для агроєкосистем пов'язані із застосуванням агрохімікатів, засобів захисту рослин та систем обробки ґрунту. Під екологічним ризиком розуміється ймовірність настання події, яка матиме несприятливі наслідки для природного середовища. Для агрохімікатів це

поняття можна інтерпретувати як ймовірність того, що їх екологічна небезпека (переважно токсичність) проявляється в реальних умовах навколишнього середовища та правилах використання. На думку В. С. Горбатова та Ю. М.

Матвеева, екологічні ризики агрохімікатів – це ймовірність прояву їх екологічної небезпеки за реальних умов навколишнього середовища та правил застосування конкретних агрохімікатів [3]. Її оцінка вимагає знання не тільки токсичності агрохімікатів для нецільових біологічних видів, але й їх концентрації в природному середовищі, де живуть ці організми.

Існує два методи оцінки екологічних ризиків агрохімікатів: імовірнісні (повністю відповідають класичному визначенню поняття ризику) і детерміновані [4]. Імовірнісні методи можуть враховувати мінливість у розподілі агрохімікатів у навколишньому середовищі та невизначеності, пов'язані з

обмеженою кількістю досліджуваних біологічних видів. Розподіл екологічних показників, що охоплюють весь можливий діапазон (наприклад, концентрації пестицидів у воді та їх токсичність для водних організмів або концентрації пестицидів у ґрунті та їх токсичність для черв'яків), використовуються для оцінки ймовірнісних ризиків. Результатом такої оцінки ризику є розрахована

ймовірність несприятливої події, що виникає під час застосування пестициду, наприклад загибелі або пригнічення розвитку водних організмів. Істотним недоліком імовірнісної оцінки ризику є необхідний великий обсяг експериментальних даних, що обмежує застосування цього методу в практиці

регулювання агрохімічного обігу. Однак нещодавно методи оцінки ймовірнісних ризиків від агрохімікатів були вдосконалені, і ЄС розробив проект у цьому напрямку EUFRAM.

Оцінка детермінованих екологічних ризиків від агрохімікатів є набагато простішою, оскільки вона використовує фіксовані значення токсичності та концентрації агрохімікатів у природних об'єктах. ЄС рекомендує цей підхід для оцінки ризиків агрохімікатів для водних і наземних організмів, птахів і ссавців.

Відомо, що агрохімікати впливають на навколишнє середовище та екосистеми, що призводить до зменшення біорізноманіття, зокрема шляхом

знищення бур'янів і комах, які є важливою частиною харчового ланцюга. Крім того, агрохімікати негативно впливають на здоров'я людини як прямо, так і опосередковано через накопичення залишків у сільськогосподарській продукції та питній воді. Крім цільового призначення, пестициди мають негативний вплив на біосферу в масштабах, порівнянних з глобальними факторами навколишнього середовища. На національному та міжнародному рівнях досліджуються методи зменшення потреби в пестицидах, такі як органічне землеробство, біологічні методи захисту рослин.

Застосування агрохімікатів може призвести до таких негативних наслідків, як зниження біологічної продуктивності, руйнування функцій ґрунтового мікробного співтовариства, накопичення агрохімікатів та їх похідних залишків у поверхневих джерелах і підземних водах, перешкоджання відновленню родючості та зниження функцій ґрунтового мікробного співтовариства.

Інтенсивність шкідливого впливу залежить від техніки внесення агрохімікату та методів обробки ґрунту чи рослин. У ґрунті відбувається багато процесів, які зменшують кількість сільськогосподарських хімікатів у ньому [36, с. 32]. Це біохімічне руйнування препарату, перенесення в рослини, випаровування в атмосферу, видалення поверхневим і внутрішнім стоком ґрунту, фотохімічне руйнування, поглинання і трансформація ґрунтовими організмами. Сукупність цих процесів визначає стійкість агрохімікатів у ґрунті. Пестициди адсорбуються частинками ґрунту та гумусу, накопичуються в організмах ґрунту, руйнуються хімічним або біологічним шляхом і просочуються в ґрунтові води.

Висока стійкість пестицидів до гниття є важливою передумовою для їх міграції вздовж ґрунтового профілю та у навколишнє середовище (рослини, повітря, воду), що становить небезпеку як для природної біогеологічної екології, так і для існування людини. Тому оцінка поточного стану забруднення ґрунту залишками пестицидів має велике екологічне значення. Пестициди, які потрапляють на поверхню ґрунту, можуть вимиватися у глибші шари та ґрунтові води, потрапляти у водойми у вигляді поверхневого стоку, з'являтися на поверхні ґрунту під час каплярного підйому ґрунтових вод або при перевертанні

шарів під час обробітку ґрунту, потрапляти в атмосферу внаслідок випаровування чи процесів вітрової ерозії. Пил, що міститься в повітрі, через рослини проникає в організм тварин і людини [5].

Для захисту компонентів агроecosystem від негативної дії агрохімікатів необхідно суворо дотримуватись рекомендацій із застосування агрохімікатів, запроваджувати комплексні системи захисту рослин, біологічні методи захисту рослин, стимулювати розвиток нового екологічного землеробства.

1.5. Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів

Питання безпечності харчових продуктів та якості сільськогосподарської продукції невіддільні від використання засобів захисту рослин. Водночас із зростанням попиту на засоби захисту сфера їх застосування продовжує розширюватися. У розвинених країнах питання негативного впливу використання агрохімікатів є більш актуальним і обговорюється, ніж у менш розвинених країнах. Люди в розвинених країнах глибше розуміють це питання. Постійна критика з боку екологів, зоологів, лікарів, ботаніків і широкої громадськості спонукала до безперервного вдосконалення хімічних препаратів, пошуку нових і більш безпечних складів діючих речовин, розробки нових форм препаратів і зниження регламентів використання. Проте, як би противники пестицидів не сперечалися про альтернативні методи захисту рослин, реальної альтернативи хімікатам наразі немає [17, с. 39].

Щоб захистити себе від майбутніх негативних наслідків, громадськість повинна прагнути запобігати впливу на людину шкідливих небезпечних речовин і мінімізувати ризики, пов'язані з використанням пестицидів, а саме:

- Необхідно суворо контролювати ринок фітотерапії та замінити нелегальні препарати такими ж ефективними, але безпечнішими;
- Посилити контроль за використанням та розповсюдженням агрохімікатів;
- Підвищення обізнаності користувачів про діючі речовини в агрохімікатах.

В ЄС класифікація небезпечних речовин і продуктів здійснюється

відповідно до Директиви Ради 67/548/ЄС та Директиви Ради 99/45/ЄС. Директива оцінює та класифікує небезпечні речовини та продукти шляхом розрахунку їхніх екотоксикологічних властивостей. Директива Ради ЄС 414/1991 запровадила суворі стандарти безпеки (SA) для активних речовин [6].

Аналіз наявних агрохімікатів на українському ринку показує, що до складу дозволених в Україні засобів захисту рослин входить близько 192 діючих речовин, з яких 30 агрохімічних діючих речовин заборонені до використання в ЄС [7]. Деякі препарати ДР, які використовуються на українському ринку, взагалі не включені до списку діючих речовин ЄС.

Наступні основні фактори визначатимуть рівень небезпечного впливу агрохімікатів.

Якісний склад агрохімікатів - вміст біохімічно активних і ґрунтохімічно активних речовин, які негативно впливають на ґрунтову систему;

Кількість потенційно шкідливих речовин, які потрапляють у ґрунтову систему разом з агрохімікатами (цей показник залежить від вмісту шкідливих речовин в агрохімкаті та норми і кратності застосування агрохімкату);

Ґрунтово-кліматичні умови застосування агрохімікатів можуть сприяти прояву їх негативних властивостей або, навпаки, зменшувати негативний вплив на агрокосистеми [29, с. 31].

Однією з першочергових вимог до екотоксикологічної оцінки агрохімікатів має бути проведення досліджень у найбільш несприятливих (екстремальних) ґрунтово-кліматичних умовах, щоб сприяти максимальній мобільності та міграції основних компонентів і забезпечити найсильніший вплив на ґрунтовий комплекс, включаючи біологічну активність.

В Україні за більшістю показників цим вимогам відповідає ґрунтово-кліматична зона Полісся з луговим водним режимом і трав'яно-підзолистими ґрунтами легкого механічного складу. У процесі випробування встановлюється найбільш «вузьке» місце та за відповідними екотоксикологічними показниками визначається гранично допустимий рівень використання пестицидів, який не завдасть шкоди адаптаційному потенціалу елементів екосистеми та

навколишнього середовища, забруднюють. Оскільки до складу агрохімікатів входять речовини з певною кумулятивною дією, то крім максимальної рекомендованої дози внесення слід враховувати також можливість повного накопичення речовин у ґрунті та норми, які в кілька разів перевищують рекомендовані значення [16, с. 7].

Рекомендується оцінювати екотоксикологічний стан ґрунтів культурних земель за результатами експериментальних досліджень у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах за вмістом токсичних речовин понад фоновий та гранично допустимий рівень. Кожна ґрунтово-кліматична зона має свої рівні вмісту хімічних елементів у ґрунті – фонові рівні. Токсичні елементи, введені ззовні в ґрунтову систему, не викликають негативних наслідків у певних межах, але надмірні кількості можуть мати негативні наслідки.

При проведенні екотоксикологічного моніторингу агрохімікатів необхідно встановити набір хімічних елементів, які мають бути пріоритетними для контролю. Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 первинний контроль необхідний для елементів I категорії небезпеки: Cd, Pb, As, F. Такі елементи, як Cu, Zn, Ni, Co тощо, належать до класу небезпеки II, тому їх необхідно контролювати.

Відношення вмісту токсичних елементів у ґрунті до його фонового вмісту (контрольна змінна) при застосуванні агрохімікатів можна використовувати як індикатор екологічного стану ґрунтової системи. Відомо, що такий ґрунт можна вважати забрудненим, рівень вмісту токсичних елементів у 2-3 рази перевищує фоновий рівень. Виходячи з цього, ми пропонуємо наступні оцінки рівня небезпеки [23, с. 15]:

рівень небезпеки	перевищення фону, кратність
високонебезпечний	>6
небезпечний	5-6
помірно небезпечний	3-4
малонебезпечний	<2

Разом з фоновими рівнями рекомендується проводити оцінку за рівнями, що перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). З нормуванням

токсичних елементів за ГДК у практичній діяльності виникло багато проблем. Ці проблеми пов'язані, насамперед, з різницею між фоновим вмістом токсичних елементів у ґрунті та гранично допустимим рівнем їх загального вмісту, на що неодноразово наголошувалося в наукових публікаціях. Виходом із ситуації, що склалася, ми вважаємо відмову від стандартизації загального вмісту токсичних елементів і орієнтацію на мобільну форму ГДК. Це пояснюється тим, що негативний вплив визначається рухом елемента [33, с. 32].

Безсумнівно, що властивості ґрунту суттєво впливають на рухливість хімічних елементів, але в кожному конкретному випадку важлива лише їх концентрація в ґрунтовому розчині, що визначає рівень небезпеки їх наявності в опідзолених ґрунтах і типових ґрунтах. Чорнозем. Навіть за інших рівних умов ґрунт із низькою стійкістю до забруднення може містити більше рухливих токсичних елементів, ніж ґрунт із високою стійкістю до забруднення.

Рекомендується використовувати сумарний вміст токсичних елементів для опису загальних характеристик ґрунтового стану та потенційних рівнів забруднення. Тому при визначенні екотоксикологічного стану ґрунтів за ГДК рекомендується керуватися критеріями оцінки токсичних речовин у мобільній формі:

рівень небезпеки	перевищення ГДК (рухомої форми), кратність
високонебезпечний	> 10,0
небезпечний	2,1–10,0
помірно небезпечний	1,1–2,0
малонебезпечний	< 1,0

При проведенні екотоксикологічного моніторингу агрохімікатів слід враховувати не тільки негативний вплив на ґрунтову систему, а й можливий негативний вплив на суміжні екосистеми, особливо водні. Рухливість хімічних речовин у верхніх шарах ґрунту визначає їхню здатність до радіальної та поперечної міграції, що може бути причиною погіршення якості природної води. Як кількісний показник активності радіальної міграції використовується коефіцієнт концентрації (Кс), який характеризує ступінь накопичення хімічних

речовин у компонентах системи відносно обраних еталонів [35, с. 14]. Контроль хімічних речовин, які потрапляють у природні водойми під дією хімікатів сільськогосподарства та впливають на якість їх води: хлориди (за Cl^-), сульфати (за SO_4^{2-}) – клас небезпечності IV; F, Ni, Cu, Zn - клас небезпечності III; нітрати (за NO_3^-), Cd, Pb, Co – II рівень небезпеки щодо впливу на якість води.

Крім показників радіальної міграційної активності, рекомендовано використовувати такі показники, як швидкість міграції хімічних речовин у ґрунтовому профілі при внесенні мінеральних добрив, виміряна на глибині проникнення (см) за певний період часу (рекомендація 0-3 місяці). За класичними методами дослідження міграційних процесів необхідно проводити на ґрунтах з максимальною фільтрацією та мінімальною адсорбційно-поглинальною здатністю, наприклад трав'яно-підзолистих ґрунтів легкого механічного складу, які є умовами України. На основі даних і рекомендацій пропонуємо наступну класифікацію небезпеки [9, с. 31]:

рівень небезпеки	Kc (умовні одиниці)	швидкість міграції, см
особливо небезпечні	> 5,0	> 50
небезпечні	3,0 – 5,0	50–21
помірно небезпечні	1,1–2,9	20–10
малонебезпечні	≤ 1,0	≤ 10

Екотоксикологічний моніторинг агрохімікатів повинен включати показники їх впливу на біологічну активність ґрунту. Вважається, що при вивченні впливу екзогенних хімічних речовин найбільш доцільними індикаторами стану мікробного співтовариства є динамічні показники загальної чисельності мікроорганізмів і «дзеркало бродіння» (сукупність ферментативних реакцій, які є індикаторами) ґрунту. інтенсивність біологічних процесів у ґрунті [34, с. 16]. Крім активності ґрунтових ферментативних процесів, як тест-об'єкти

широко використовують діяльність нітрифікуючих і амоніфікуючих мікроорганізмів, реакції представників мезофауни (особливо дощових черв'яків).

Для екотоксикологічного моніторингу за показниками впливу на біологічну активність ґрунту застосовано загальноприйнятий методичний підхід [6], який визначає рівень ризику за біологічними тестами та показниками зниженої активності. Час відновлення попереднього стану:

Зниження кількості досліджуваних організмів або активності біологічних процесів у відсотках за класом небезпеки:

високо небезпечний

5-100

небезпечний

25-50

помірно небезпечний

10-25

мало небезпечний

<10

час відновлення чисельності тест-організмів або активності протікання біологічних процесів, міс.:

>6

3-6

1-3

<1

Визначення токсикологічних експериментальних параметрів також проводиться відповідно до стандартів оцінки токсичності хімічних речовин:

Токсикологічні показники (критерії), що визначаються безпосередньо в досліджах, називають експериментальними (первинними). При токсикологічній оцінці спочатку отримують дані про летальну дозу (мг/кг, мл/кг) і концентрацію

(мг/м³, мг/л, мг/кг, %), тобто встановлюють верхню межу параметрів токсичності в експерименті. Найбільш статистично значущими параметрами, що характеризують токсичність отруту за летальною дією, є:

- Середня смертельна концентрація в повітрі (CL₅₀) - це концентрація речовини, яка викликає смерть у 50% досліджуваних тварин (мишей, щурів) після 2 або 4 годин інгаляційного впливу та подальших 14 днів спостереження;

- Середня летальна доза (DL₅₀) відноситься до дози речовини, яка викликає загибель 50% піддослідних тварин після одноразового введення в шлунок, черевну порожнину і наступного 14-денного періоду спостереження.

Чим менше значення CL_{50} і DL_{50} , тим токсичніша отрута. 12 Визначення середніх летальних доз (концентрацій) у кількох (не менше чотирьох) підслідних видів тварин в обов'язковому порядку для вивчення міжвидової чутливості до токсикантної дії.

Ступінь токсичності є зворотною величиною середньої смертельної дози (концентрації). Інші показники параметрів верхньої межі токсичності (наприклад: DL_{100} і CL_{100} — найнижчі дози або концентрації, що спричиняють смерть у всіх досліджуваних тварин; DL_0 і CL_0 — найвищі дози або концентрації, які не спричиняють смерті у тварин) є статистично значущими і

можуть використовувати як додаткове орієнтовне значення 00

Поріг дії шкідливих факторів пов'язаний з особливостями живого організму, що проявляється як порушення меж нормальних фізіологічних коливань, тобто перевищення меж гомеостазу [44, с. 32].

Поріг гострої токсичної дії ($Limac$) — це найменша концентрація (доза) речовини, яка викликає зміни за межі фізіологічного діапазону визначених параметрів життєдіяльності організму протягом 2-4 годин при одноразовому вдиханні або одноразовому внутрішньошлунковому введенні. контакт. відхилення.

Проте токсикологічна оцінка хімічних речовин не може ґрунтуватися лише на результатах досліджень гострих отруєнь, оскільки патогенез отруєння після повторного (тривалого) впливу деяких речовин відрізняється від патогенезу гострого отруєння. Реакція організму людини на тривалу дію отрут проходить у певні етапи: період первинної реакції, період неспецифічного підвищення резистентності, період компенсації та період декомпенсації. Тому на наступному етапі токсикологічної оцінки небезпечних речовин визначається поріг хронічної токсичної дії [43, с. 12].

Поріг хронічного токсичного ефекту ($Limch$) відноситься до безперервного впливу протягом фіксованого періоду (від чотирьох до шести місяців). Поріг специфічної (вибіркової) дії ($LMSTP$) — найменша концентрація (доза) речовини, яка викликає зміни біологічних функцій окремих органів і систем

організму, що перевищують адаптаційну фізіологічну реакцію в умовах гострої та хронічної дії.

Екотоксикологічний моніторинг під час використання пестицидів у сільськогосподарському виробництві повинен здійснюватися на основі таких стандартів, як екотоксикологічний стан ґрунту, що обробляється, вертикальна і горизонтальна міграція біологічних елементів і токсичних речовин, біологічна активність ґрунту. Це дасть змогу встановити екологічні стандарти агрохімікатів та розробити рекомендації щодо їх безпечного використання в сільськогосподарському виробництві з урахуванням сучасних вимог охорони навколишнього середовища [26, с. 13].

1.6. Небезпека агрохімікатів для ґрунтової біоти

Ще в 1970-1980-х роках з'явилися роботи В. І. Мінева, Ю. В. Алексєєва, В. Н. Кудярова та ін. Показано основні негативні впливи мінеральних добрив на ґрунтові системи. Відомі токсикологи Є.І.Гончарук, М.С.Соколов та інші розробили системні методи оцінки небезпеки екзогенних хімічних речовин у ґрунті. Фундаментальні роботи М. А. Глазовської послужили основою для оцінки стійкості ґрунтів до забруднення токсичними речовинами. Колективом ґрунтознавців та агрохіміка О. Н. Соколовського ННК «Інститут ґрунтознавства та агрохімії» розроблено екологічні критерії оцінки стану ґрунтів, що постраждали від впливу людини [2]. Національний аграрний університет (Україна), Університет ген. (Бельгія) спільними дослідженнями Humboldt (Німеччина) розроблено сучасну стратегію внесення добрив, яка враховує вплив агрохімікатів на природні умови середовища [9].

Завдяки аналізу та узагальненню літературних даних можна визначити основні негативні ефекти, які можуть виникнути при застосуванні агрохімікатів, а також прями чи опосередковані причини погіршення стану ґрунтових систем та прилеглих екосистем. Вони включають введення великої кількості потенційно небезпечних хімічних речовин у ґрунт; вплив на біологічну активність ґрунту; вплив на радіальну та поперечну міграцію біологічних і токсичних елементів; зміни в ґрунті та інших кислотно-лужних властивостях. На основі цього

визначено структуру основних показників екотоксикологічного моніторингу при застосуванні пестицидів:

- екотоксикологічний стан окультурених шарів ґрунту;
- вертикальний і горизонтальний транспорт біологічних елементів і токсичних речовин;
- біологічна активність ґрунту.

Сільськогосподарські хімікати потрапляють у ґрунт за будь-яких умов використання. У подальшому частина його розпадеться на нетоксичні продукти протягом декількох місяців, не залишаючи явних негативних наслідків, а інша частина буде зберігатися протягом кількох років і потрапить в систему природного кругообігу речовин [12, с. 37].

Сільськогосподарські хімікати потрапляють в атмосферу в процесі випаровування, потім випадають з дощем, вимиваються глибоко під землю опадами або ґрунтовими водами, виносяться на поверхню корінням рослин разом із ґрунтовим розчином, у слідових кількостях потрапляють у їжу та повертаються в ґрунт. Тривалість цих процесів залежить від природних і антропогенних факторів, які впливають на розкладання пестицидів у ґрунті.

Біологічні процеси є основою для розкладання більшості сільськогосподарських хімікатів. Біологічна активність ґрунту визначається його типом, генетичним шаром, рН, вмістом органічної речовини, гідротермічними умовами, умовами аерації тощо [17, с. 23].

Характеристики поширення ґрунтових мікроорганізмів пов'язані з географією основних типів ґрунтів.

Біогенність ґрунту зростає в міру просування з півночі на південь. Різна мікробна активність ґрунту визначається температурними умовами. Швидкість інактивації та розкладання агрохімікатів залежить від типу ґрунту, ступеня його обробки, мінерального та механічного складу тощо. Нерівномірна локалізація мікрофлори в різних генетичних шарах ґрунту та неоднакова їх біологічна

активність впливає на повноту агрохімічної деградації. Тому найбільш небезпечними для навколишнього середовища є інертні, стійкі агрохімікати з високою міграційною здатністю. Після глибокого проникнення таких препаратів

у ґрунт вони можуть зберігатися тривалий час без істотних змін.

Для більшості ґрунтових мікроорганізмів оптимальне значення рН становить 6,5-7,5 (нейтральне середовище). Можна передбачити, що в цьому діапазоні рН мікробна трансформація (розкладання) пестицидів у ґрунті має бути найсильнішою. Проте, як показують дослідження, значення рН живильного середовища по-різному впливає на трансформацію окремих пестицидів. Адсорбція препаратів і продуктів їх розпаду ґрунтовими колоїдами призводить до зниження активності пестицидів. Ступінь адсорбції агрохімікатів значною мірою залежить від вмісту гумусу в ґрунті. Ґрунти з високим вмістом органічної речовини поглинають більше сільськогосподарських хімікатів, ніж суглинки та піщані ґрунти [20, с. 14].

Концентрація накопичення агрохімікатів як біоактивних речовин у ґрунті не повинна негативно впливати на життєдіяльність мікроорганізмів. Тому застосовувати агрохімікати необхідно згідно з нормативами, особливо дотримуючись норми витрати хімікатів, що вкрай важливо для самоочищення загонів. Летючість сільськогосподарських хімікатів залежить від температури і вологості ґунту та повітря. Наприклад, після 15 хвилин використання ептаму втрата сухого ґунту становила 20%, втрата мокрого ґунту становила 27%, а втрата сирого ґунту становила 44%. Це також стосується інших летючих ліків, що містяться в ґунтах. Кількість легких парів пестицидів, адсорбованих сухим ґрунтом, значно вища, ніж у вологому ґрунті. Це дозволяє використовувати їх при сухості ґрунту без втрати ефективності [31, с. 41].

Детоксикація агрохімікатів у ґрунті та інших середовищах значною мірою залежить від властивостей ґрунту, погодних і кліматичних факторів (опадів, температура, сонячне світло). Вони можуть змінюватись залежно від способів обробітку ґрунту, зрошення, використання хімічних добрив, вирощування та застосування фармацевтичних препаратів. У міру підвищення температури та посилення сонячної активності розкладання прискорюється. Термін зберігання агрохімікатів у ґрунті залежить від виду та масштабів їх застосування. Одним із головних факторів, який може запобігти забрудненню ґрунту агрохімікатами, є

науково обґрунтоване зниження норм витрати препаратів, частоти обробок та оптимізація їх використання. Використовуючи обробку смужками та краями замість обробки твердими речовинами, використання резервуарних сумішей значно знижує витрати на ліки на одиницю площі, що призводить до зменшення кількості кілограмів забруднення [8, с. 32].

Після безпосереднього внесення в ґрунт або потрапляння в ґрунт з опадами пестициди можуть зберігатися в ґрунті тривалий час і певною мірою впливати на мікрофлору ґрунту. Характер і ступінь цього впливу різні і залежать від природи і норми витрати самого препарату, часу його зберігання в ґрунті, видового складу мікроорганізмів, механічного складу і структури ґрунту, температури, вологості, мікробна активність та інші фактори. Вплив агрохімікатів на основні групи ґрунтових мікроорганізмів оцінювали шляхом вимірювання присутності мікроорганізмів у ґрунті та пропорції різних груп мікроорганізмів до та після обробки пестицидами. Безпосередній вплив на ґрунт оцінюється за допомогою кількох показників, які використовуються в ґрунтознавстві. Вплив препарату на основні групи ґрунтових мікроорганізмів необхідно оцінювати шляхом визначення наявності цих мікроорганізмів у ґрунті до та після обробки пестицидами та співвідношення різних груп мікроорганізмів. Крім того, визначено активність нітрифікуючих бактерій, а також азотфіксуючих бактерій – азотобактерій [26, с. 14].

Пригнічення нітрифікуючих бактерій призводить до порушення азотистого обміну та накопичення токсичних нітратів у ґрунті. Ґрунтові мікроорганізми різняться за чутливістю до дії пестицидів. Коли мікроорганізми мають складну клітинну структуру, чутливість до цих сполук підвищується. Сприйнятливість окремих груп мікроорганізмів до пестицидів підвищується в такому порядку: бактерії, актиноміцети, гриби. Навіть серед бактерій нітрифікуючі бактерії та деякі аеробні целюлозолітичні бактерії більш чутливі до пестицидів, ніж азотфіксуючі бактерії. Тому тривале систематичне застосування пестицидів призводить до реорганізації мікробних популяцій ґрунту та накопичення целюлози в рослинних рештках.

Фунгіциди, якими обробляють насіння, негативно впливають на мікрофлору ґрунту. Препарати, що застосовуються для захисту рослин від хвороб у вегетаційний період, не впливають на популяцію ґрунтових мікроорганізмів [10, с. 11].

Гербіциди відносно швидко розкладаються в ґрунті і загалом не роблять негативного впливу на мікрофлору ґрунту при дотриманні рекомендованих норм. При безпосередньому внесенні в ґрунт, особливо у великих дозах, спостерігається тимчасова перебудова складу мікрофлори. Іноді спостерігається транзиторне пригнічення життєдіяльності мікробного співтовариства, яке відновлюється за рахунок появи стійких до ліків мутантних форм або за рахунок утворення ферментів, що гідролізують препарат.

Всі сучасні препарати поділяються на шість груп за швидкістю розкладання об'єктів навколишнього середовища [14, с. 25]:

- 1) період розкладання повинен бути не менше трьох місяців;
- 2) від трьох до шести місяців;
- 3) від шести до дванадцяти місяців;
- 4) від дванадцяти до вісімнадцяти місяців;
- 5) до двох років;

6) тривале застосування препаратів, які повністю розкладаються, більше двох років.

Очевидно, що швидкість розкладання агрохімікатів залежить не тільки від їх фізико-хімічних властивостей і будови, а й від ґрунтово-кліматичних умов місцевості. Тому розкладання будь-яких органічних сільськогосподарських хімікатів відбуватиметься швидше в жаркому вологому кліматі, ніж у холодному сухому кліматі. У зв'язку з цим наведена вище класифікація за швидкістю розкладання агрохімікатів у навколишньому середовищі є умовною, оскільки один і той же препарат розкладатиметься в різний час за різних кліматичних умов, а фактори, що впливають на розкладання пестицидів, залежать від навколишнього середовища. Зміни отрути. В атмосфері пари агрохімікатів піддаються впливу сонячної радіації, води, киеню повітря, а в деяких випадках і

озону. Основними реакціями розкладання пестицидів в атмосфері є: гідроліз водяної пари, окислення киснем і озоном, фотохімічне перетворення. Чим сильніше світло, тим швидше відбувається процес розкладання препарату на повітрі. Крім того, деякі ліки розсіюються у верхніх шарах атмосфери [18, с. 13].

У більшості випадків розпад препарату відбувається досить швидко і завершується протягом кількох годин. Проте, не завжди фотохімічний розпад відбувається з утворенням найпростіших продуктів окислення вихідного агрохімікату. У деяких випадках утворюються складні продукти конденсації, які потім потрапляють у водойми та ґрунт, де відбувається подальше пошкодження.

Особливо часто це спостерігається для складних азотовмісних сполук, таких як заміщені сечовини або динітроаніліни.

У водних системах у розпаді пестицидів беруть участь не тільки хімічні фактори (реакції окислення та гідролізу), а й водні організми, в яких відбувається процес розкладання препарату. Стійкі препарати можуть накопичуватися у водних організмах і в деяких випадках можуть негативно впливати на життєдіяльність, а іноді призводити до смерті [34, с. 17].

У водному середовищі швидко руйнуються фосфорорганічні сполуки, синтетичні піретроїди, ефіри карбонових кислот, похідні карбаматів і тіокарбаматів, похідні гербіцидів сечовини та ін. Коли пестициди гідролізуються та окислюються у водних системах, вони адсорбуються донними відкладеннями. Фотохімічний розпад у водному середовищі відбувається в різних напрямках, але кінцевим результатом здебільшого є утворення найпростіших продуктів.

Сільськогосподарські хімікати в ґрунті також будуть змінені або повністю розкладені через фізичні та хімічні процеси, мікробне розкладання, поглинання вищими рослинами та ґрунтовими тваринами. Вони видаляються з ґрунту шляхом вивітрювання, випаровування водяної пари, змиву водою та видалення рослин. Окремі процеси розкладання пестицидів у ґрунті значною мірою залежать не лише від їх властивостей, а й від характеру ґрунту, клімату та екологічних факторів [22, с. 13].

Внесені в ґрунт агрохімікати знижують їх біологічну активність за рахунок

адсорбції ґрунтовими колоїдами. Ступінь адсорбції більшості пестицидів і гербіцидів підвищується на ґрунтах, що містять гумус, порівняно з супінними. Встановлено залежність адсорбції від рН та гідролітичної кислотності ґрунту. Наприклад, коли рН ґрунтового розчину знижується, адсорбція 2,4-Д і 2М-4Х зростає. Для адсорбції препаратів, крім вмісту і властивостей ґрунтового гумусу, важливе значення мають механічний склад ґрунту, вміст глинистої та мулистий фракцій. Оподи і температура також впливають на адсорбцію отруйних речовин. Це має практичне значення, оскільки внесення гербіцидів у ґрунт у холодну та вологу погоду супроводжується їх адсорбцією поверхнею ґрунту, запобігаючи вимиванню та розкладанню [40, с. 39].

Агрохімікати втрачаються з ґрунту через випаровування водяної пари, що є основною характеристикою гербіцидів з високою паропружністю, таких як гезагард, дуал, ерарадікан, трефлан. Загортання таких препаратів відразу після обприскування ґрунту значно зменшує їх втрати в пароподібному вигляді. Агрохімікати руйнуються під впливом сонячного світла. У той же час, довгохвильове ультрафіолетове сонячне випромінювання (290 - 400 нм) відіграє важливу роль у фотоокисленні деяких з них, а також метаболітів.

Гербіциди та пестициди втрачають свою токсичність під впливом сонячної радіації. Є. М. Мішустін (1964) підкреслював, що органічні природні і штучні сполуки в будь-якій формі не використовуються як джерела живлення деякими видами ґрунтових мікроорганізмів. Бактерії, які беруть участь у трансформації пестицидів і детоксикації, є переважно неспорівими формами: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Mycobacterium*. У порядку *Actinomycesetales* найбільший інтерес становить рід *Nocardia*. Серед нижчих грибів, що розкладають сільськогосподарські хімікати, є такі види *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*.

Але ефективна детоксикація відбудеться лише в тому випадку, якщо препарат використовується в концентраціях, які не є токсичними для цих організмів. Для посилення ролі мікроорганізмів у трансформації агрохімікатів необхідно внесення в ґрунт активних форм і створення відповідних умов для їх

життєдіяльності. Метаболічний механізм агрохімікатів під впливом ґрунтових мікроорганізмів можна звести до таких основних реакцій: дегалогенування, деалкілування, окислення, відновлення та гідролітичний розрив ефірних зв'язків [13, с. 23]. Деалкілування — це негідролітичний спосіб розщеплення певних гербіцидних груп у ґрунті, наприклад із простими ефірними зв'язками (2,4-D, 2М-4Х). Шляхи гідролітичного розкладання в ґрунті характерні для пестицидів, що містять ефіри та аміди. Їх окислення мікроорганізмами в ґрунті має важливе значення для розкладання пестицидів і гербіцидів [7, с. 26].

Швидкість руйнування агрохімікатів також залежить від віку рослини. У молодих рослин цей процес відбувається швидше, ніж у старих, завдяки вищій фізіологічній активності.

1.7. небезпека агрохімікатів для водної біоти

Зв'язки між різними елементами біосфери не тільки динамічні, але й досить стійкі. Але в процесі своєї діяльності людина часто руйнує ці стійкі зв'язки, тобто середовище. Поки зруйнована одна ланка, руйнується весь ланцюг — біота (сукупність рослинних і тваринних організмів). Тому під впливом людського фактору навколишнє середовище постійно змінюється, на жаль, часто в гіршу сторону. Широке використання промислових підприємств, транспортних засобів і сільськогосподарських хімікатів призводить до викидів різних хімічних речовин в атмосферу, що завдає великої шкоди навколишньому середовищу. Вони випадають з опадами і забруднюють навколишнє середовище — ґрунт, водойми, підземні води, природні території, океани, повітря [25, с. 34].

Тому всі сполуки негативно впливають на всі екологічні категорії біосфери. На зміну природним екосистемам приходять так звані штучні екосистеми, змінюються ландшафти, страждає і нежива природа. З огляду на це необхідно пом'якшувати негативний вплив хімічних речовин на навколишнє середовище, зокрема на агроландшафти, що значною мірою залежить від природоохоронних заходів у цілому та діяльності людини, спрямованої на покращення трофічних зв'язків у біологічних середовищах.

Навколишнє середовище — це сукупність фізичних, хімічних, біологічних

і соціальних факторів, які можуть прямо чи опосередковано, швидко чи з часом впливати на здоров'я живих організмів і людей. Пестициди діють в біосфері в таких формах: Місцевої дії. Діють безпосередньо на шкідливі організми або опосередковано діють на інші організми, воду та ґрунт. Ефективність місцевої дії пестициду залежить від дози, форми, способу застосування, вибіркості дії та швидкості розкладання в зовнішньому середовищі. Післядія дуже близько (ландшафт - місцевість). Тривалість і характер дії агрохімікатів на навколишнє середовище залежать від рельєфу, ґрунту, погодно-кліматичних умов. Наслідки віддалені (обласний басейн). Це характерно для стійких пестицидів, які можуть мігрувати з ґрунтовими колоїдами в басейни річок, заплави і тераси в розчиненому, суспензійному або адсорбованому стані [24, с. 21].

Результати впливу сільськогосподарських хімікатів можуть бути:

- розвиток резистентності у шкідливих організмів;
- вплив на рослини і тварин;
- накопичення та передача через кінетичний ланцюг [47, с. 23].

Основною причиною загибелі водних тварин є потрапляння у водойми та річки промислових і побутових стічних вод, що містять органічні відходи та мінеральні компоненти азоту. Однак сільськогосподарські хімікати також можуть завдати серйозної шкоди рибальству, якщо вони потрапляють у воду через вітер від обприскування посівів і стоку з сільськогосподарських угідь. Водойми обробляються безпосередньо пестицидами, які вбивають комарів, інших шкідників, бур'яни та водорості в каналах і на рисових полях. Токсичність різних пестицидів для планктону та різних видів риб залежить від низки факторів. Залежно від ступеня небезпеки порядок можна розташувати в такому порядку: інсектициди - гербіциди - фунгіциди [22, с. 34].

Розпилення пестицидів у малих річках, місцевих водоймах та прибережних зонах великих водойм становить небезпеку для водних тварин.

Агрохімікати набагато менш небезпечні для великих глибоководних водойм, оскільки отруйні речовини розчиняються у великих об'ємах води і безпосередня обробка водойм виключається. Пестициди можуть накопичуватися у великих

кількостях у планктоні та рибі без зовнішніх ознак отруєння та становити небезпеку для наступної ланки харчового ланцюга.

Сільськогосподарські хімікати можуть потрапляти у водойми безпосередньо з ґрунту або атмосфери. При авіаційній і наземній обробці сільськогосподарських угідь і насаджень, а також при безпосередньому знищенні бур'янів, водоростей, моллюсків тощо вони потрапляють у відкриті водойми зі стічними і талими водами [4, с. 25].

Сільськогосподарські хімікати потрапляють з атмосфери у воду через опади, вивітрювання та вимивання, а з поверхні – у глибші шари ґрунту.

Переміщення агрохімікатів у воду відбувається в результаті стоку з оброблених поверхонь або вимивання з поверхні ґрунту в нижні шари. Стікання та вимивання відбуваються, коли надмірна кількість рідких сільськогосподарських хімікатів потрапляє на поверхні або коли надлишок дощової чи зрошувальної

води падає на поверхні, що містять залишки агрохімікатів. Стічні води можуть потрапляти в каналізацію, струмки, ставки чи річки, де сільськогосподарські хімікати можуть переміщатися на великі відстані. Сільськогосподарські хімікати також просочуються в нижні шари ґрунту та досягають ґрунтових вод. Стік сільськогосподарських хімікатів може завдати серйозної шкоди рибі та іншим

водним мешканцям у ставках, струмках, озерах і річках. Розподіл агрохімікатів у водоймах залежить від їх фізико-хімічних властивостей (маси упаковки, розчинності), форми випуску тощо. На швидкість руйнування агрохімікатів у воді впливають температура, рН, загальний рівень забруднення, природа діючих речовин [16, с. 21].

Сільськогосподарські хімікати, які потрапляють у водойми, розкладаються або, якщо вони стабільні, мігрують і накопичуються у водних організмах і мулі, визначаючи їх небезпеку для водного середовища. Для характеристики стійкості

препарату у воді визначали t_{50} і t_{95} розкладання. Стабільність оцінюється за ступенем: перша категорія – високостабільні препарати (t_{95} перевищує 30 днів), друга категорія – стабільні (11-30), третя – помірно стабільні (6-10), четверта – низька стабільність. (максимум) до 5 днів). Від часу зберігання

агрохімікатів у воді залежить їх вплив на водойми та екологічні наслідки, тому при виборі серії препаратів слід враховувати показники стабільності. Стійкість речовини, крім її хімічних властивостей, залежить від форми препарату, норми витрати та погодних умов. Агрохімікати як забруднювачі навколишнього середовища характеризуються своїм біологічним впливом на нецільові організми та здатністю проявляти небажані непрямі ефекти.

Основною причиною загибелі водних тварин є потрапляння у водойми та річки промислових та побутових стічних вод, що містять органічні відходи та мінеральні компоненти азоту [33, с. 26]. Однак сільськогосподарські хімікати

також можуть завдати серйозної шкоди рибальству, якщо вони потрапляють у воду через вітер від обприскування посівів і стоку з сільськогосподарських угідь. Водойми обробляються безпосередньо агрохімікатами для знищення комарів, інших шкідників, бур'янів і водоростей у каналах і на рисових полях.

Токсичність різних сільськогосподарських хімікатів для планктону та різних видів риби залежить від низки факторів. Залежно від ступеня небезпеки порядок можна розташувати в такому порядку: інсектициди — гербіциди — фунгіциди. Еталонном токсичності певного препарату є відносний коефіцієнт ризику, який визначається відношенням рекомендованої норми витрати пестициду до

значення токсичної дії на рибу при цій концентрації та CK_{50} , що робить їх однаковими за величиною з урахуванням глибина водойми [28, с. 27]:

$$K \text{ небезп.} = NB / CK_{50} \cdot h$$

де NB — максимальна норма витрат препарату (діючої речовини) при обприскуванні посівів, mg/m^2 ;
 CK_{50} — концентрація препарату у воді, що зумовлює 50%-ву загибель особин за певний час, mg/m^3 води;

h — глибина води.

Наприклад, коефіцієнт небезпеки базудина для прісноводної риби — 33, нового Бі-58 — 0,913, карбофосу — 1,0, шерпи — 2,5-5, суміщину — 1,8. Найшкідливішою фосфорорганічною сполукою для риби є базутин. Синтетичні піретроїди, хоч і дешевші, несуть більший ризик. Серед гербіцидів

карбаматопохідні є найменш токсичними.

Розпилення пестицидів у малих річках, місцевих водоймах та прибережних зонах великих водойм становить небезпеку для водних тварин.

Агрохімікати набагато менш небезпечні для великих глибоководних водойм, оскільки отруйні речовини розчиняються у великих об'ємах води і безпосередня

обробка водойм виключається. Агрохімікати можуть накопичуватися у великих кількостях у планктоні та рибі без зовнішніх ознак отруєння та становити небезпеку для наступної ланки харчового ланцюга.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика матеріалів

Мікроелементний 20-ти компонентний препарат основним призначенням, який є покращенням процесу живлення, підвищенням стресостійкості та продуктивності рослин. [43]

Препарат створений на основі діючих речовин нового покоління, активні елементи якого знаходяться в органічних сполуках з харчовими кислотами та ідентичними натуральними компонентами живої природи. [43]

Препарат сприяє підвищенню засвоєння рослинами азоту та фосфору з органомінеральних добрив. Підвищує активність ключових ферментів, відповідальних за процеси фотосинтезу, біосинтезу білків, вуглеводів, ліпідів, а також ферментів захисної та антиоксидантної системи рослин. Вирощуване із застосуванням препарату зерно, збагачується за рахунок ґрунтових мінералів не тільки фосфором, але і цинком, міддю, марганцем, залізом, кремнієм, сіркою, селеном та ін. Це значно підвищує біологічну цінність і покращує технологічні якості вирощуваного зерна. [43]

Нанопрепарат «Аватар 2 Органік» (Аватар), до складу якого входять: нанокарбоксилати калію (0,001-0,1%), магнію (0,02-0,2%), бору (0,0001-0,035%), цинку (0,01-0,1%), заліза (0,001-0,1%), міді (0,001-0,1%), марганцю (0,001-0,05%), молібдену (0,001-0,01%), кобальту (0,0001-0,01%), ванадію (0,000001-0,005%), нікелю (0,00001-0,005%), титану (0,000001 -0,002%), лантану (0,00001-0,005%), селену (0,000001-0,001%), германію (0,000001 – 0,001%), сірки (0,001-0,1%), йоду (0,000001-0,01%), кремнію (0,0001-0,01%), срібла (0,000001-0,001%) та церію (0,0001-0,05%), і вода очищена. [43-44]

Попередня обробка насіння та позакореневе підживлення рослин мікроелементного комплексу «АВАТАР - 2» сприяє отриманню наступних результатів:

- підвищення енергії зростання і всхожести семян основних культур;

- розвиток більш розв'язленої та фізіологічно активної корневої системи, активізації в зоні її діяльності аграрно-полезних ґрунтових мікроорганізмів, зокрема фосфоромобілізувачів та азотфіксуючих бактерій;

- підвищення загальної стійкості до негативних ґрунтово-кліматичних і антропогенних факторів;

- підвищення коефіцієнта використання рослинами макроелементів (азота, фосфору, калію і сери), які знаходяться в ґрунті або переносяться у вигляді мінеральних добрив;

- підвищення продуктивності фотосинтезу, за рахунок збільшення асиміляційної поверхні та кількості хлорофілу;

- покращення якості рослинницької продукції (позвищення класності зерна пшениці з 3-го до 2-го та 1-го класу, збільшення до 10,0% вмісту

клейковини, на 1,0-4,0% білка в зерні пшениці, сирого білка в зерні сої на 2 - 6%,

на 20-35% масла в зерні масличної культури, на 1,0 - 1,8% сахаристості цукрової

свѣчки, збільшення кількості сухих речовин, біогенних мікроелементів і вітамінів);

- підвищення урожайності на 15-45% в залежності від культури та агротехніки вирощування. [43]

2.1.2 Біопрепарати

Мікробіологічний препарат «Граундфікс» - біодобриво ґрунтове для мобілізації фосфору та калію з нерозчинних сполук, фіксації азоту та підвищення

ефективності використання мінеральних добрив. Препарат містить клітини

бактерій штамів *Bacillus subtilis*, *Enterobacter* sp., *Bacillus megaterium* var

phosphaticum, *Enterococcus* sp, *Paenibacillus polymyxa*, *Azotobacter* sp. загальне

число життєздатних клітин $(0,5 - 1,5) \times 10^9$ КУО/см³;

інша корисна мікрофлора (молочно- кислі бактерії, продуценти ферментів)

та вітаміни, фітогормони, амінокислоти та інші фізіологічно-активні речовини.

[45]

Ефект від використання:

- підвищує доступність і рухомість в ґрунті фосфору і обмінного калію, а також збільшує кількість різних форм азоту в ґрунті;
 - підвищує коефіцієнт використання поживних елементів з добрив у 1,2-1,5 рази;

- сприяє вільному надходженню в рослини кремнію;
 - поліпшує агрохімічні показники ґрунту;
 - збільшує біологічну активність ґрунту, оздоровлює ґрунт та запобігає його деградації;

- підвищує стресостійкість рослин;
 - збільшує продуктивність сільськогосподарських культур;
 ефективність препарату не знижується при внесенні з чистим КАС;
 має позитивну післядню. [45]

Мікробіологічний препарат «Екостерн» - деструктор стерні. Препарат складається бактерії роду *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Agrobacterium* та гриби роду *Trichoderma*. Загальне число життєздатних ефективних мікроорганізмів не менше ніж $3,5 \times 10^9$ КУО/см³. [46]

Біологічна дія препарату:

- ефективно розкладає рослинні рештки;
 - підвищує біологічну активність ґрунту;
 оздоровлює ґрунт та запобігає його деградації;
 збільшує продуктивність сільськогосподарських культур. [46]

Дослідження проводили за наступними варіантами: 1 - біопрепарат Граундфікс, 2 - біопрепарат Екостерн, 3 - нанопрепарат Аватар 2 Органік, 4 - суміш біопрепарату Екостерну + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 5 - суміш біопрепарату Граундфікс + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 6 - контроль (вода).

Концентрації розчинів готували відповідно до рекомендованих норм витрат: Екостерн - 1,0 л/га, Граундфікс - 5,0 л/га, Аватар 2 Органік - 150 мл/га.

Препарати вносили у горщики з ґрунтом з розрахунку 157 мл робочого розчину на 1 горщик об'ємом 300 мл. У ґрунт висівали насіння сої сорту «Кент». У фазу сходів рослин досліджували мікробіом ґрунту методом послідовних розведень.

Згідно методики, 10 г ґрунту помішали в колбу, яка містила 90 мл стерильної водопровідної води і збовтували протягом 5 хв. Із колби 1 мл ґрунтової суспензії переносили у пробірку, яка містила 9 мл стерильної води, із цієї пробірки 1 мл суспензії переносили в наступну з 9 мл води. Таким чином робили серію послідовних розведень. Суспензії розведень 10^3 , 10^4 та 10^5 висівали на живильні середовища [47].

2.2 Визначення чутливості бактерій до нанопрепарату методом лунок

Метод дифузії на агаризованому середовищі зазвичай використовується для визначення протимікробної дії у твердих середовищах. Він передбачає нанесення розчинів антибіотиків різної концентрації на чашки, лунки або паперові диски, розміщені на поверхні або пробиті в агарі, засіяні досліджуваним штамом бактерій. [48]

Даний метод широко застосовується при вивченні та оцінці антимікробних властивостей різних препаратів. Дифузійний метод лунок використовується для визначення чутливості заснований на дифузії антибактеріального препарату (АБП) з носія в щільне живильне середовище та пригнічення зростання досліджуваної культури в зоні, де концентрація АБП перевищує мінімальну концентрацію препарату, що пригнічує видимий ріст досліджуваних бактерій на твердому живильному середовищі. [49]

Метод лунок широко використовується для постановки серійних дослідів з вивчення антибіотиків. Методом можна користуватися, якщо у дослідника в наявності є рідина яку потрібно дослідити на токсичність, та яка може мати антибактеріальний ефект. [50]

Тестову культуру змішують з нагрітим і охолодженим до 50°C агаром та розливають у чашки Петрі або вносять у чашки і заживають теплим агаром. Крім того, можна 1 мл суспензії тестового мікроорганізму нанести на вже затверділу агарову пластинку і стерильним шпателем розподілити на її поверхні. [50] Потім стерильним пробковим евердлом з агарової пластинки вирізають диски діаметром 10 мм, зазвичай чотири симетрично розташовані отвори або один отвір по центру. Диски виймають стерильним скальпелем із пластинки і в

отримані отвори вносять рівні дози суспензії, що містить досліджуваний метаболіт (приблизно 0,2 мм). Рівень суспензії у лунках повинен бути дещо нижчим від рівня поверхні пластинки. Також важливо стежити за тим, щоб суспензія не потрапила на поверхню пластинки, оскільки в цьому разі результати дослідю оцінити неможливо. [50]

Дифузія антибіотиків з цих джерел в агарозне середовище призводить до пригнічення росту бактерій поблизу джерела та до утворення чистих «зон» без бактеріального газону. Діаметр цих зон збільшується з концентрацією антибіотиків. [48]

Після внесення рідини у лунки чашки обережно встановлюють у холодильник за 10°C і після 10 год інкубації переносять у термостат з температурою 28°C. Через 24 год вимірюють ширину кільця інгібування або стимулювання росту, що утворились біля отвору та класифікують антимікробну дію досліджуваного препарату. Антимікробну дію нанопрепарату Аватар на біопрепарати встановлюють за наступною градацією зон затримки росту (табл. 2.2). [50]

Таблиця 2.1. Градація токсичності за зонами затримки росту [49-50]

Рівень токсичності:	Зона затримки росту, мм
низький	5-10
середній	10-20
високий	>20

2.3 Метод визначення чисельності бактерій у ґрунті

2.3.2 Визначення вологості ґрунту

Зважуємо бюкс на лабораторних вагах, далі робимо наважку ґрунту у 10 г у бюкс. Відкритий бюкс ставимо у сухожарову шафу за температури 105°C на 3 години, випаровуючи вологу зі зразку до сталої його маси. Після просушування бюкс закривають кришкою та дають охолонути близько 45 хв, і зважують на лабораторних вагах. Після цього, ґрунт пресушують ще раз протягом 2х годин.

до сталої його маси, таким чином, щоб різниця між показниками була не більша за 0,01 г. [50]

Для розрахунку маси води використовуємо формулу:

$$M_{\text{води}} = m_2 - m_3, (2.1)$$

де m_2 – маса бюксу з пробою до висушування, г

m_3 – маса зразка після висушування, г [50]

Для розрахунку коефіцієнту вологості ґрунту ми використовуємо наступну формулу:

$$\omega \approx m / m_1 \times 100\%, (2.2)$$

де m – маса води, г;

m_1 – маса сухого ґрунту, г, ($m_3 - m_6$)

100 – коефіцієнт для перерахунку у відсотки, % [50]

Коефіцієнт вологості ґрунту для перерахунку чисельності мікроорганізмів у пробі на суху речовину обчислюють за формулою:

$$K \approx 100 / 100 - \omega, (2.3)$$

де ω – вологість ґрунту, % [50]

2.3.3 Підготовка проб до посіву

Для мікробіологічних аналізів готують розведення ґрунтової суспензії. На стерильне годинникове скельце стерильним фарфоровим шпателем беруть наважку ґрунту масою 10 г, переносять у колбу із 90 см³ стерильної водогінної води, отримуючи розведення 1:10 (1-е розведення). Для якісного диспергування та десорбції клітин з ґрунтових агрегатів суспензію обробляють на мікропдрібнювані тканин або витримують на шейкері протягом 20 хв за 220 об./хв. Далі отриману суспензію ретельно перемішують з використанням стерильної

підетки шляхом набираання та випускання рідини, і переносять 1 см^3 у пробірку із 9 см^3 стерильної води, отримуючи розведення 1:100 (2-є розведення, 10^{-2}) і далі розведення до 1:1000 (3-є розведення, 10^{-3}), 1:10000 (4-є розведення, 10^{-4}) і т. д. [50-51] Для кожного наступного розведення беруть нову стерильну піпетку.

При перенесенні суспензії з пробірки з меншим розведенням до наступної (з більшим розведенням) піпетка не повинна контактувати з стерильною водою. Одночасно із приготуванням розведень відбирають навашку для визначення вологості ґрунту. Розраховують кількість мікроорганізмів на 1 г ґрунту. За показниками вологості ґрунту проводять підрахунок кількості мікроорганізмів на 1 г сухого ґрунту. [50]

2.3.4 Посів у чашки Петрі

Для посіву мікроорганізмів використовують 3 послідовні розведення із розрахунку, що більше розведення забезпечить формування колоній на рівні десятків, проміжне — сотень, нижче — тисяч. Кількість паралельно засіяних чашок Петрі певного розведення повинна бути не меншою за 3—5. [50-51]

Загальну кількість бактерій визначають на середовищі Звягінцева. Для дослідження азотобактера використовувують середовище Ешбі, для дріжджів - середовище Сабуро агар (СА), для загальної кількості актиноміцетів та мікроорганізмів — крохмально-аміачний агар (КАА), для оліготрофів - голодний агар (ГА), для педотрофів — ґрунтовий агар (ГГА), для дослідження наявності кількості целюлозоруйнівних бактерій — середовище Виноградського з фільтрувальним папером. [47, 50].

Посів на тверді середовища проводять глибинним, або поверхневим способом. Поверхневий посів застосовують для бактерій. Розплавлений на водяній бані поживний агар розливають у чашки Петрі, охолоджують, підсушують у термостаті за температури $40-60^\circ\text{C}$ упродовж 10 хв. Стерильною піпеткою наносять $0,1 \text{ см}^3$ ґрунтової суспензії певного розведення на поживне середовище в центр чашки. Потім скляним шпателем Дригальського суспензію ретельно розтирають по поверхні агару. Для визначення кількості аеробних целюлозоруйнівних мікроорганізмів поверх висіяної культури розкладають

стерильний фільтрувальний папір (обеззолений). Чашки переносять у термостат.

[50]

Глибинний посів застосовують для обліку, крім бактерій, також грибів і актиноміцетів, оскільки при розтиранні суспензії шпателем міцелій розпадається

і кожний шматочок забезпечує ріст окремої колонії. Для глибинного посіву 1 см³

грунтової суспензії певного розведення стерильною піпеткою переносять у

чашки Петрі і заливають відповідним твердим середовищем (25—30 см³), круговим рухами змішують із суспензією клітин. Після того як агар затвердіє,

засіяні чашки переносять у термостат і інкубують за температури 28—30°C

необхідний для певних фізіологічних груп мікроорганізмів час та візуально

підраховують колонії. [50]

2.3.5 Підрахунок колоній

При підрахунку колоній вибирають те розведення, де їхня кількість не

перебільшує 50—150. Якщо кількість колоній на чашці менше 10, то ці

результати для підрахунку кількості мікроорганізмів у досліджуваному матеріалі

не використовують. Колонії підраховують по всій поверхні чашки,

перевернувши її дном доверху. Колонії відмічають чорнилами, або олівцем. При

більшій кількості колоній дно чашки Петрі розкреслюють на однакові сектори,

підраховують колонії на 2—3 секторах та помножують на їхню кількість. Якщо

колонії дрібні, використовують лупу. Паралельний (за потреби) проводять опис

колоній (форма колоній, колір, характер краю, поверхня) та мікроскопування їх.

Підрахувавши колонії на поверхні чашок Петрі по усіх повтореннях, визначають

їхню середню кількість. [50]

Чисельність мікроорганізмів у 1 г сухого ґрунту обчислюють за формулою:

$$N = \frac{a \cdot 10^n}{m \cdot (1 - \omega)} \quad (2.4)$$

де N - кількість клітин мікроорганізмів у 1 г абсолютно сухого ґрунту, од.;

a — середня кількість колоній, що виростили на чашці, од.;

10^n — коефіцієнт n-го розведення;
 1 — маса ґрунту у першому розведенні, г;
 w — масова частка вологи у досліджуваній пробі, %. [50]

Індекс педотрофності виражається відношенням кількості мікроорганізмів, що ростуть на ґрунтовому агарі, до кількості мікроорганізмів на багатих органічних середовищах (наприклад ГрА / МПА). Він показує функціональність структури мікробного ценозу ґрунту. [50]

Коефіцієнт оліготрофності демонструє забезпечення ґрунту легкозасвоюваними поживними речовинами, що виражається відношенням кількості мікроорганізмів, виявлених на «бідних» середовищах, до їхньої кількості, що вирости на «багатих» поживних середовищах (ГА / МПА). [50]

Коефіцієнт мінералізації й іммобілізації азоту — показник інтенсивності процесів мінералізації та засвоєння азотних сполук у ґрунті, виражений відношенням кількості мікроорганізмів, що ростуть на поживному середовищі з амонійним азотом (крохмал - аміачний агар), до кількості мікроорганізмів, що виявлено на поживному середовищі з органічним азотом (МПА). [50]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Результати токсичної дії біопрепарату

Для визначення чутливості бактерій, що входять до складу біопрепарату Аватар використовували метод лунок. Цей метод дозволив оцінити рівень антимікробної активності нанопрепарату у концентраціях, які відповідали 1, 10, 100 та 1000 рекомендованих для виробництва норм його внесення. Було встановлено, що збільшення норм внесення препарату Аватар від 1 до 100 рекомендованих норм (РН) не чинить бактерицидної дії на мікроорганізм-складові біопрепаратів, тобто препарати можуть сумісно застосовуватися у технологіях вирощування сільськогосподарських культур без зниження їх ефективності. Токсичний вплив препарату Аватар проявився лише при збільшенні норми його внесення до 1000 РН (у перерахунку це становить 150 л/га). За такої концентрації препарату проявилася бактерицидна та бактеріостатична дія на мікробну складову біопрепарату Екостерну і бактеріостатична дія на мікроорганізми Граундфікс, при розведенні біопрепаратів відповідно до норм витрат (рис. 3.1.1, табл. 3.1.1).



Рис. 3.1.1 Антимікробна дія нанопрепарату Аватар (1000 РН) на мікроорганізми біопрепаратів: 1 - Екостерн (1л/га), 2 - Граундфікс (5л/га)

Таблиця 3.1.1. Антимікробна дія нанопрепарату Аватар на мікроорганізми біопрепаратів Екостерн та Граундфікс, у розведенні відповідно до норм витрат

Варіант	Зона затримки росту (d, мм)	Наявність антимікробної дії, можливість сумісного застосування
Екостерн	0	-
Екостерн + 1 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Екостерн + 10 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Екостерн + 100 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Екостерн + 1000 PH Аватару	18 б/с 31 б/с	токсичність середня, проявляється бактеріостатична дія нанопрепарату, препарати частково сумісні
Граундфікс	0	-
Граундфікс + 1 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Граундфікс + 10 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Граундфікс + 100 PH Аватару	0	відсутня, препарати сумісні
Граундфікс + 1000 PH Аватару	28,7 б/с	проявляється бактеріостатична дія нанопрепарату, препарати частково сумісні

Примітки: «0» - відсутність бактерицидної дії; «цифрова позначка» - діаметр у мм зони дії препарату; «бц» - бактерицидна дія; «бс» - бактериостатична дія

Також досліджувався вплив нативного нанопрепарату «Аватар» на чутливість бактерій біопрепаратів. Було визначено, що у нативній формі це високо токсичний агрохімікат. За такої концентрації нанопрепарату проявилася бактерицидна та бактериостатична дія на мікробну складову обох біопрепаратів для Екостерну і Граундфіксу (рис.3.1.2, табл. 3.1.2).

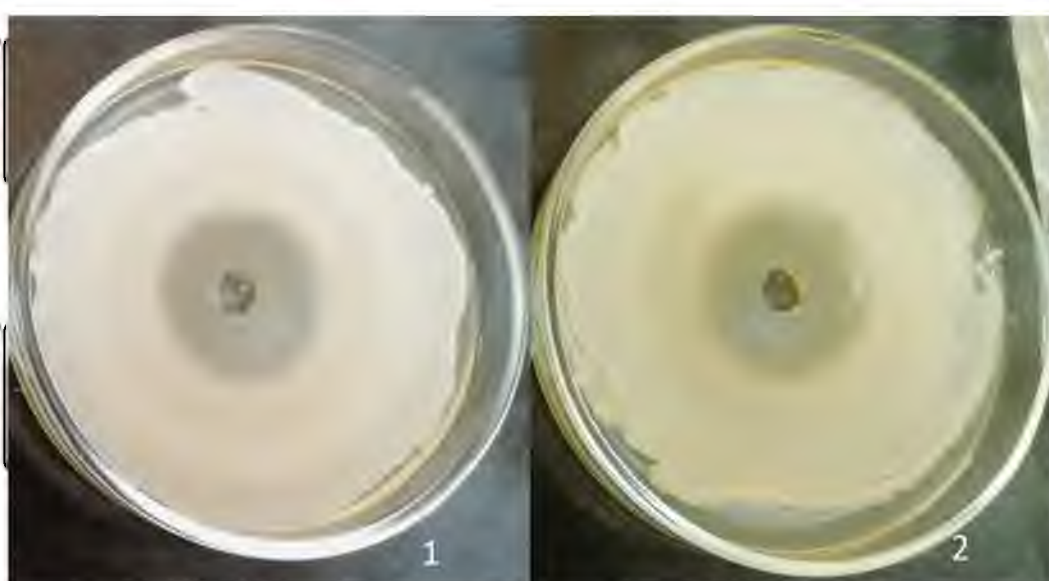


Рис. 3.1.2 Антимікробна дія нанопрепарату Аватар (нативний) на мікроорганізми біопрепаратів: 1 - Екостерн (1л/га), 2 - Граундфікс (5л/га)

Таблиця 3.1.2. Антимікробна дія нативного нанопрепарату Аватар на мікроорганізми біопрепаратів Екостерн та Граундфікс

Варіант	Зона затримки росту (d, мм)	Наявність антимікробної дії, можливість сумісного застосування
Екостерн нативний Аватар	29,6 - б/с	Середня токсичність

Група мікроорганізмів	Грундфікс + нативний Аватар	19 – б/ц	Середня токсичність
		19 – б/ц;	
		31 – б/с	

Дане дослідження доводить, що наночастинки у концентрованому

стані є високонебезпечними. Таким чином, перед внесенням нанопрепарату

«Аватар» у ґрунт разом із біопрепаратом для подальшого вивчення, ми
відслідкували чутливість самих бактерій з біопрепаратів до дії нанопрепарату.

3.2 Результати дії нанопрепарату на ґрунтові бактерії

Результати дослідження показали, що нано- і біопрепарати чинять значний

вплив на чисельність основних груп мікроорганізмів ґрунту (табл. 3.2.1., рис.
3.2.1.).

Загальна кількість мікроорганізмів, які використовують, переважно,
органічні сполуки азоту, під час застосування нанопрепарату Аватар становила

$6,6 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту. В той же час за впливу біопрепаратів вона коливалася в

межах $4,0-4,6 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту. У контрольному варіанті кількість

досліджуваних мікроорганізмів становила $2,2 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту. Сумісне
застосування нано- і біопрепаратів призводило до значного збільшення цієї

групи ґрунтових мікроорганізмів. Їх кількість підвищувалась до $2,3-4,4 \cdot 10^6$

КУО/г ґрунту. Найефективнішим було сумісне застосування нанопрепарату

Аватар і біопрепарату Грундфікс де чисельність мікроорганізмів зростала до
 $4,4 \cdot 10^6$ КУО/г ґрунту (рис.3.2.1, табл.3.2.1).

Таблиця 3.2.1. Вплив нано- і біопрепаратів на чисельність основних
фізіологічних груп мікроорганізмів ґрунту (соя сорту Кент)

Група мікроорганізмів	Чисельність мікроорганізмів, КУО на 1 г сухого ґрунту	Вразок
--------------------------	---	--------

Загальна кількість мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту	1	2	3	4	5	6
Дріжджі	1,	7,	1,	6,	3,	1,
Азотобактер	7,	8,	1,	2,	5,	5,
Оліготрофи	1,	1,	2,	3,	1,	5,
Целюлозоруйні	1,	2,	4,	2,	2,	1,
Педотрофні	2,	1,	2,	5,	2,	2,
Мікроорганізми, які використовують переважно мін. сполуки азоту	7,	2,	2,	1,	1,	1,
Актиноміцети	5,	3,	4,	6,	1,	5,
Спорові	2,	9,	9,	1,	1,	4,

НУБІП України

НУБІП України

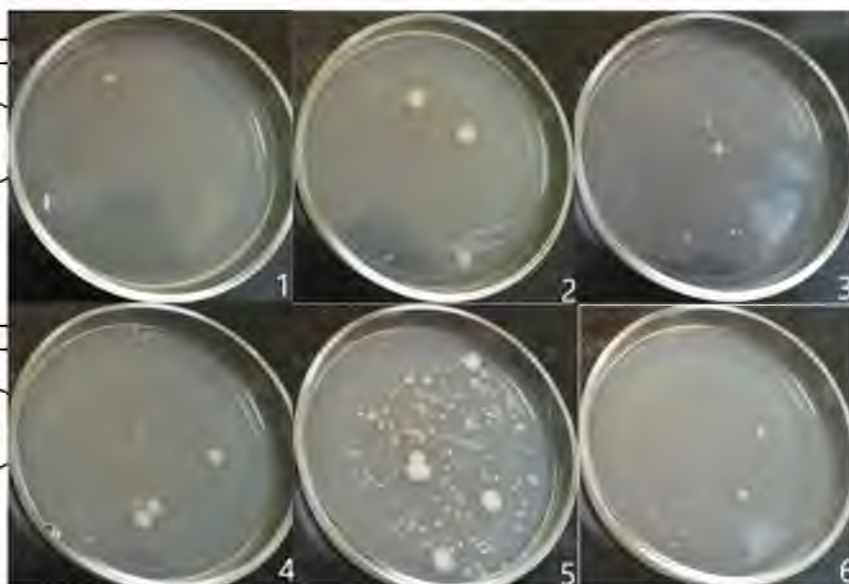


Рис. 3.2.1. Колонії мікроорганізмів, що використовують, переважно, органічні сполуки азоту (середовище Зв'ягінцева, розведення 10^{-5}):

- 1 - біопрепарат Граундфікс, 2 - біопрепарат Екостерн, 3 - нанопрепарат Аватар 2 Органік, 4 - суміш біопрепарату Екостерну + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 5 - суміш біопрепарату Граундфікс + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 6 - контроль (вода)

Сумісне застосування нанопрепарату Аватар з біопрепаратом Граундфікс також збільшувало (до $1,1 \cdot 10^6$ КУО/г ґрунту) кількість мікроорганізмів, які використовують мінеральні сполуки азоту. Біопрепарати Граундфікс та Екостерн підвищували до $7,0 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту та до $2,0 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту відповідно чисельність азотфіксуючих бактерій. Це свідчить про включення мінерального азоту в процеси метаболізму мікроорганізмів, що створює умови їхньої конкуренції за даний елемент [52].

Під впливом нано- і біопрепаратів збільшувалась чисельність оліготрофних мікроорганізмів. Зростання кількості оліготрофів свідчить про доступність легкозасвоюваних речовин, які накопичуються в процесі трансформації органічних решток, зокрема рослинних. Це сприяє покращенню трофічних зв'язків у структурі мікробного комплексу ґрунту [53]. Найвищі значення чисельності оліготрофів були відмічені при застосуванні

нанопрепарату – $2,9 \cdot 10^5$ КУС/г ґрунту, біопрепарати також сприяли збільшенню чисельності цієї групи мікроорганізмів – їх кількість була на рівні $1,3-1,4 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту, на контролі – $5,8 \cdot 10^4$ КУС/г ґрунту. Проте, сумісне застосування зазначених препаратів знизило чисельність оліготрофів до $3,0-11,0 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту (рис. 3.2.2).



Рис. 3.2.2. Колонії оліготрофних мікроорганізмів (середовище Голодний Агар, розведення 10^4): 1 - біопрепарат Граундфікс, 2 - біопрепарат Екостерн, 3 - нанопрепарат Аватар 2 Органік, 4 - суміш біопрепарату Екостерну + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 5 - суміш біопрепарату Граундфікс + нанопрепарату Аватар 2 Органік, 6 - контроль (вода)

Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, що активно функціонують у мікробіоценозі на початкових етапах трансформації органічної речовини [54] суттєво не змінювалася під впливом нано- і біопрепаратів, а коливалася у межах $1,0 - 4,0 \cdot 10^3$ КУО/г ґрунту. Однак, було відмічено тенденцію до їх збільшення відносно контролю, особливо за умов застосування нанопрепарату Аватар (табл. 3.2.1, рис. 3.2.2).

Біопрепарат Екостерн спричинював значне збільшення спорутворюючих бактерій. Їхня чисельність досягла рівня $9,7 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту (в контролі – $4,0 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту). Це свідчить про активну участь вище згаданої

фізіологічної групи у процесах деструкції органічних решток, а саме очищенні ґрунту [55]. Сумісне застосування біопрепарату Екостерн з нанопрепаратом Аватар призвело до зниження чисельності цих бактерій до $1,5 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту (рис. 3.2.3). Застосування біопрепарату Граундфікс як окремо, так і сумісно з нанопрепаратом Аватар знижувало чисельність спороутворюючих бактерій відносно контролю.

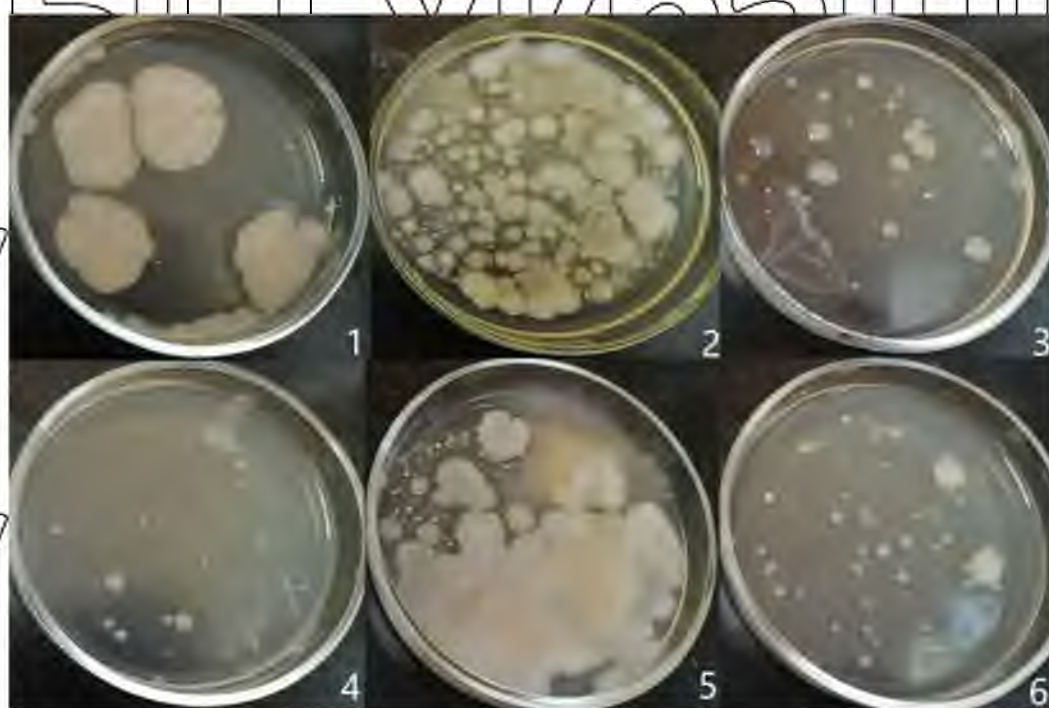


Рис. 3.2.3. Колонії спороутворюючих мікроорганізмів (середовище Звягінцева, розведення 10^4): 1 - біопрепарат Граундфікс, 2 - біопрепарат Екостерн, 3 - нанопрепарат Аватар, 4 - суміш біопрепарату Екостерн + нанопрепарату Аватар, 5 - суміш біопрепарату Граундфікс + нанопрепарату Аватар, 6 - контроль (вода)

Азотфіксуючі бактерії в зразках ґрунту, що досліджувалися, були представлені, переважно, видами роду *Azotobacter*, які здатні засвоювати із повітря атмосферний азот і в процесі життєдіяльності утворювати із молекулярного азоту білки та інші органічні сполуки азоту, які використовуються рослинами. Застосування біопрепаратів Граундфікс та Екостерн підвищило чисельність видів роду *Azotobacter* до рівня $7,0-8,8 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту (на контролі $5,9 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту), нанопрепарату Аватар – до $1,3 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту. Сумісне застосування Екостерну з Аватаром сприяло

подальшому збільшенню чисельності *Azotobacter* ($2,4 \cdot 10^5$ КУО/г ґрунту), а Граундфіксу – навпаки, до зниження чисельності азотфіксуючих бактерій ($5,6 \cdot 10^4$ КУО/г ґрунту) (табл. 3.2.1).

Таким чином, нанопрепарат Аватар стимулює розвиток мікроорганізмів, які використовують органічні сполуки, оліготрофів, дріжджів, целюлозоруйнівних і спорових бактерій, азотобактеру. Сумісне застосування нанопрепарату Аватар і біопрепарату Граундфікс позитивно впливає на розвиток мікроорганізмів, що використовують органічні та мінеральні сполуки азоту, актиноміцетів, педотрофів. Сумісне застосування нанопрепарату Аватар з біопрепаратом Екостерн підвищує чисельність мікроорганізмів, що використовують органічні сполуки азоту, дріжджів, актиноміцетів, азотобактеру. Сумісне застосування нанопрепарату Аватар з біопрепаратами Граундфікс та Екостерн пригнічує розвиток оліготрофів, целюлозоруйнівних і спорових бактерій.

Направленість мобілізаційних процесів, що відбуваються у ґрунті, характеризували за співвідношенням еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зокрема мікроорганізмів, які використовують переважно мінеральні сполуки азоту, оліготрофів та педотрофів. Для цього було розраховано коефіцієнт мінералізації (КАА/Зв), індекси оліготрофності (ГА/Зв) та педотрофності (Гра/Зв). Коефіцієнт мінералізації та іммобілізації азоту використовували для оцінювання ступеню мінералізації органічної речовини в ґрунті. Для всіх варіантів дослідів цей коефіцієнт був низьким, що свідчить про послаблення процесів деструкції органічної речовини і переважання її синтезу.

Таблиця 3.2.2. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті за впливу нано- і біопрепаратів (соя сорту Кент)

Коефіцієнт	Варіанти дослідів					
	1	2	3	4	5	6

Оліготрофності	0,28	0,35	0,44	0,01	0,03	0,26
Педотрофності	0,54	0,40	0,39	0,25	0,61	0,09
Мінералізації та іммобілізації азоту	0,15	0,05	0,36	0,05	0,25	0,26

Всі варіанти досліду характеризувалися низьким коефіцієнтом оліготрофності (< 1), що свідчить про забезпеченість ґрунтової мікробіоти органічними речовинами, що легко засвоюються, та про формування оптимальних умов для функціонування ґрунтового мікробного комплексу (табл.

3.2.2). Коефіцієнт педотрофності був найвищим у контрольному варіанті - 1,09,

що свідчить про інтенсивну деструкцію органічної речовини ґрунту.

Застосування нано- і біопрепаратів уповільнювало цей процес.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Бактерії, котрі входять до складу біопрепаратів «Екостерн» та «Граундфікс» виявилися чутливими до впливу наночастинок «Аватар» при внесенні 1000 РД (150 л/га). Зона затримки росту для біопрепарату «Екостерн» склала: 18 мм – бактерицидна дія та 31 мм – бактериостатична дія «Аватару». Зона затримки росту для біопрепарату «Граундфікс» склала: 28,7 мм – бактериостатичної дії «Аватару». При цьому згідно з градацією зон затримки росту – токсичність середня.

Згідно з градацією зон затримки росту, спостерігалася високотоксична дія «Аватару» у нативному вигляді. При дослідженні дії на біопрепарат «Екостерн» та біопрепарат «Граундфікс», бактерицидна дія для обох склала 19 мм, а бактериостатична дія 29,6 мм та 31 мм відповідно. Препарат виявив себе у нативі як середньо токсичний.

Про вплив препаратів на біологічну активність ґрунту можна говорити з бактеріальних поєвів за морфологічними групами. Таким чином, можна прослідкувати як нанопрепарат «Аватар» та біопрепарати «Екостерн» та «Граундфікс» впливають на кількість життєздатних ґрунтових бактерій різних груп. Для цього були розраховані коефіцієнти оліготрофності, педотрофності та мінералізації і іммобілізації азоту. В усіх варіантах дослідження коефіцієнти оліготрофності були менше 1, а отже ґрунт за впливу препаратів є забезпеченим органічною речовиною. Коефіцієнт педотрофності коливався в межах від 0,25 (сумісне внесення «Аватару» та «Екостерну») до 1,09 (контрольний зразок).

Коефіцієнт мінералізації і іммобілізації азоту для всіх варіантів дослідження був низьким, а отже процеси перетворення органічної речовини у ґрунті є послабленими.

Виявлено, що сумісне застосування нанопрепарату «Аватар» з біопрепаратами «Граундфікс» та «Екостерн» пригнічує розвиток оліготрофів, целюлозоруйнівних і споревих бактерій.

При внесенні препаратів за рекомендованого виробниками розведення, нанопрепарат «Аватар» не чинитиме токсичної дії на ґрунтові бактерії різних морфологічних груп.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про пестициди і агрохімікати». URL: <https://raido.org.ua/files/016.pdf>
2. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П. Патики, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук і ін. К.: Основа, 2005. 300 с.
3. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Моніторинг важких металів. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 270 с.
4. Агрохімікати. Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин ДСТУ 4944:2008. Чинний від 2009.01.01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 8 с.
5. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум : навчальний посібник. К.: Лібра, 2004. 368 с.
6. Білявський Г. О. Основи загальної екології. К.: Либідь, 1993. 303 с.
7. Верховна Рада України прийняла за основу проект Закону, який регулює поводження з пестицидами і агрохімікатами. Інформаційне управління. URL: <https://www.rada.gov.ua/news/razom/226943.html>
8. Войналович О. В., Лапін В. М., Литвин О. П. та ін. Охорона праці під час застосування пестицидів на підприємствах сільського господарства: монографія. Київ: Едельвейс, 2017. 167 с.
9. Гончар О. М. Основи екологічної токсикології. Чернівці. К.: Рута, 2005. 51 с.
10. Городецький І., Березовецький А., Городецька Н. Використання методик аналізу небезпек процесів для удосконалення управління охороною праці. Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. Львів. 2014. №18. С. 58.
11. Григор'єва Л. І. Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль : навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили. Миколаїв, 2015. 240 с.
12. Григор'єва Л. І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : навчальний посібник. Миколаїв : Вид-во МДУ ім. Петра

Могили, 2005. 74 с.

13. Григор'єва Л. І. Основи екологічної токсикології: навчально-методичні матеріали до курсу. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. Вип. 163. 40 с.

14. Гродзинський Д. М. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи. Методичні рекомендації по оцінці допустимих рівнів радіонуклідного та хімічного забруднення за їх комбінованої дії. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.

15. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. навч. посіб. 2-ге вид. К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. 203 с.

16. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / Міністерство екології та природних ресурсів України. К.: Юніфест Медіа, 2013. 400 с.

17. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді-водоймищ, ґрунті. К., 2001. 117 с.

18. Екологічна токсикологія та вимоги до знешкодження токсикантів «Екологічна токсикологія на порозі сторіччя» / Глухівський І. В., Шумейко В. М., Овруцький В. М. К., 1997. С. 125.

19. Карпенко О.О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні. URL: <http://archive.nbuv.gov.ua>

20. Кисіль В.І., Жеребна Л.А. Вплив мінеральних добрив на накопичення важких металів у рослинницькій продукції. Вісник аграрної науки. 2001. 57 с.

21. Ковалишин С. Й., Городецький І. М., Тимочко В. О. Методи управління безпекою у проєктах аграрного виробництва. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XIX Міжнар. наук.-практ. форуму (Львів, 19-21 вересня 2018 року). Львів. 2018.

С. 151.

22.Корабльова А. І. Вступ до екологічної токсикології : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Поліграфіст, 2003. 372 с.

23.Макаренко Н. А., Бондарь В. І., Рудницька Л. В. Нанопрепарати у рослинництві: екотоксикологічне оцінювання небезпечності: монографія. К.: ЦП «Компринт», 2016. 110 с.

24.Макаренко Н. А., Бондарь В. І., Сазьнікова А. В., Рудницька Л. В. Принципи нормування і оцінювання технологій за впливом на стан агроecosystem // Актуальні проблеми наук про життя та природокористування. III Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, м. Київ, 28–31 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015.

С. 25.

25.Макаренко Н.А. Навчально-методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт з дисципліни Екологічний контроль і безпека за напрямом підготовки 101– екологія, другий рівень освіти (магістерський) - К.:НУБіП України. – 2021 р. – 50 с.

26.Макаренко Н.А. Навчально-методичні рекомендації з проведення практичних робіт з дисципліни Екологічна токсикологія за напрямом підготовки 101– екологія, перший рівень освіти (бакалаврський) - К.:НУБіП України. – 2020 р. – 95 с.

27.Екологічна токсикологія /В. М. Шумейко, І. В. Глуховський, В. М. Овруцький та ін. - К.: Столиця, 1998. - 204 с.

28.Методика моніторингу земель, що перебувають в кризовому стані. Харків. 1998. 43 с.

29.Міжнародна екологічна політика: теорія, методологія, сценарії розвитку: монографія / Т.В. Князева. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2014. 384 с.

30.Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України/ Редкол.: М.В.Зубець (голова) та ін.: К.:Логос, 2004. 776 с.

31.Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К. : Юніверс Медіа, 2010. 544 с

32.Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні / Міністерство екології та природних ресурсів України. К.: Юніфест Медіа, 2012. 832 с.

33.Проданчук М. Г., Лепьошкін І. В., Кравчук О. П. Регламентация польових токсиколого-біологічних випробувань пестицидів на прикладі країн Європейського союзу. Виклики для України. (огляд нормативно-правових та науково-методичних документів). Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. 2018. № 1/2(64/65). С. 126.

34.Рудніцька Л. В. Екотоксикологічна оцінка нанорозмірних металів // Інноваційні та екологічно безпечні технології виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції: Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, м. Харків, 29–30 жовтня 2015 року: тези доповіді. Х., 2015. С. 165.

35.Рустока Л. М. Екологічна токсикологія. Т. 1. Екологічна токсикологія ссавців. Ч 2. Програма. Практикум лабораторних робіт. Ужгород: Патент, 2001. 312с.

36.Серета О.В. Статус діючих речовин в Україні пестицидів відповідно до норм Європейського Союзу. Агроєкологічний журнал. – 2008. № 2. С. 136.

37.Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія, Харк. нац. техн. ун-т с.-г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273с.

38.Тимочко В. О., Березовецький А. П., Городецький І. М. Аналіз чинної правової і нормативної документації щодо безпеки використання пестицидів і агрохімікатів. Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука практика. матеріали XVIII Міжнар. наук.-метод. конф. (Луцьк, 23-24 квіт. 2020 р.). Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2020. С. 95.

39.Тимочко В. О., Березовецький А. П., Федорчук- Мороз В. І., Вісин О. О. Нормування впливу пестицидів на безпеку життєдіяльності і довкілля. Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука практика. матеріали XVIII Міжнар. наук.-метод. конф. (Луцьк, 23-24 квіт. 2020 р.). Луцьк: ІВВ

Луцького НГУ, 2020. С. 92.

40. Туниця Т.Ю. Економічна політика збалансованого природокористування в умовах глобалізації (теоретико-методологічні аспекти): автореф. дис. д-ра екон. наук: 08.00.02. НАН України. Ін-т світ. економіки і міжнар. відносин. К., 2007. 40 с.

41. Туниця Т.Ю. Сучасні моделі природокористування в умовах глобалізації. Економічний часопис XXI: Наук. журн. 2005. № 7-8.

42. Туниця Ю.Ю. Концепція глобального правового акта екологічної безпеки і сталого розвитку. Часопис Київського університету права: Український науково-теоретичний часопис. 06/2005. №2. С. 123.

43. Удод В. М. Основи екотоксикології. К.: КНУБА, 2008. 88 с.

44. Фітофармакологія: Підручник / М.Д. Євтушенко, Ф.М. Марютін, В.П. Туренко та ін.; За ред. професорів М.Д. Євтушенка, Ф.М. Марютіна. К.: Вища освіта, 2004. 432 с.

45. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Д.Мельничука, Дж.Хофман, М.Городнього. К.: Арістей, 2004. 488 с.

46. Ferrari F., Trevisan M., Capri E. Predicting and Measuring Environmental Concentration of Pesticides in Air after Soil Application. J. Environ. Qual. 2003. Vol 32. P. 1623-1633.

47. CAN/CGSB-32.311-2006 Organic Production Systems Permitted Substances Lists. Government of Canada, Canadian General Standards Board. ICS 67.040.

48. IFOAM Basic Standards (approved by the IFOAM General Assembly, Victoria, Canada, August 2002). Інтернет-ресурс: www.ifoam.org.

49. Haccius M., Lunzer I. Organic agriculture in Germany. – SOL, Germany, 2000.

50. Council Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. Official Journal L 198, 22/07/1991 P. 0001 – 0015.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України