

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ОХТИРСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

Освітньо-професійна програма ЕКОЛОГІЯ

КУРСОВА РОБОТА

З дисципліни «Загальна екологія»

на тему: «Оцінка впливу ксенобіотиків на адаптивні
можливості організмів на прикладі пестицидів»

Виконав: студент II курсу, 39 групи
галузі знань 10 Природничі науки
спеціальності 101 Екологія
Мостовий Степан

Керівник - викладач
Валентина ФЕДЕНКО

Оцінка за національною шкалою

Члени комісії

	Наталія КОШЕЛЬ
(підпис)	
	Анна КОГУТ
(підпис)	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ОХТИРСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

Відділення Агротехнологій та природокористування
Освітньо-кваліфікаційний рівень фаховий молодший бакалавр
Шифр та найменування галузі знань 10 Природничі науки
Освітньо-професійна програма Екологія
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова ЦК загальноосвітніх дисциплін
_____ Наталія ЧИКАЛОВА
«_____» _____ 2025 р

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу з дисципліни
„Загальна екологія”
студенту 2 курсу 39 групи
Мостовому Степану

**Тема роботи: «Оцінка впливу ксенобіотиків на адаптивні
можливості організмів на прикладі пестицидів»**

1. Проаналізувати ксенобіотики як чинник антропогенного впливу та механізми дії пестицидів на живі організми.
2. Оцінити вплив пестицидів на адаптивні можливості організмів різних трофічних рівнів на прикладі агроecosистеми ПП «Павлівське» та обґрунтувати екологічно безпечні підходи до їх застосування.

Дата видачі завдання «_____» _____ 2025 р.

Керівник курсової роботи _____ Валентина ФЕДЕНКО

Завдання до виконання прийняв студент «_____» _____ 2025 р.

Студент (ка) _____ Степан МОСТОВИЙ

Розглянуто і схвалено на засіданні ЦК загальноосвітніх дисциплін

Протокол № _____ від _____

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ КСЕНОБІОТИКІВ НА ОРГАНІЗМИ.....	6
1.1 Поняття ксенобіотиків та їх класифікація.....	6
1.2 Пестициди як провідна група ксенобіотиків.....	7
1.3 Механізми токсичної дії пестицидів.....	8
1.4 Адаптивні реакції організмів на дію пестицидів.....	9
1.5 Екологічні наслідки накопичення пестицидів.....	10
2. МЕТОДИ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
2.1 Методологічні засади дослідження впливу ксенобіотиків на організми.....	11
2.2 Характеристика об'єктів дослідження.....	12
2.3 Методи оцінювання токсичності та адаптивних реакцій організмів.....	14
2.4 Шляхи надходження пестицидів у біосистеми.....	15
2.5 Достовірність і обмеження використаних матеріалів.....	16
3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ НА БІОТУ.....	17
3.1 Методика польового дослідження.....	17
3.2 Результати оцінки стану рослинності та ґрунтової біоти.....	18
3.3 Оцінка стану фауни та адаптивних реакцій організмів.....	19
3.4 Адаптивні зміни на організмовому та екосистемному рівні.....	20
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	22
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	25

ВСТУП

У сучасних умовах активного розвитку агропромислового комплексу та зростання інтенсивності хімізації сільського господарства особливого значення набуває проблема впливу ксенобіотиків на живі організми. Ксенобіотики, зокрема пестициди, є хімічними речовинами антропогенного походження, які не характерні для природних екосистем і здатні змінювати перебіг фізіологічних, біохімічних та популяційних процесів. Їх масове застосування призводить до накопичення у ґрунтах, водних об'єктах та біоті, що може викликати токсичні ефекти різної інтенсивності.

Проблема впливу пестицидів є надзвичайно актуальною, оскільки вони широко використовуються для зниження втрат урожаю та контролю шкідників, проте можуть негативно впливати на неспрямовані групи організмів — ґрунтових мешканців, комах-запилювачів, водні організми, рослини, а інколи й людину. Адаптивні можливості організмів дозволяють певною мірою протистояти токсичній дії, активізуючи фізіологічні механізми компенсації або пристосування. Однак за перевищення порогових концентрацій ксенобіотиків адаптаційні реакції виснажуються, що призводить до порушення репродукції, зниження продуктивності та підвищення смертності.

Вивчення впливу пестицидів на адаптивні можливості організмів є важливим для розуміння екологічних ризиків, оцінки стійкості популяцій та розроблення практичних рекомендацій щодо раціонального використання хімічних засобів захисту рослин. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю поєднання агротехнологій із принципами екологічної безпеки, а також потребою у науковому обґрунтуванні меж допустимого впливу ксенобіотиків на природні екосистеми.

Мета роботи — оцінити вплив ксенобіотиків (пестицидів) на адаптивні можливості організмів на основі літературних даних та аналізу експериментальних результатів, наведених у наукових джерелах.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні уявлення про ксенобіотики та їх класифікацію.
2. Розкрити механізми дії основних груп пестицидів.
3. Охарактеризувати адаптивні реакції організмів на токсичний вплив ксенобіотиків.
4. Провести аналіз експериментальних даних з літератури щодо токсичності пестицидів для певних груп організмів.
5. Оцінити залежність адаптивних реакцій від виду організму, концентрації пестициду та тривалості впливу.
6. Сформулювати висновки щодо екологічної небезпеки пестицидів та можливостей стійкості біоти.

Об'єкт дослідження — організми, що зазнають впливу ксенобіотиків.

Предмет дослідження — адаптивні реакції організмів на дію пестицидів.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ КСЕНОБІОТИКІВ НА ОРГАНІЗМИ

1.1. Поняття ксенобіотиків та їх класифікація

Упродовж останніх десятиліть антропогенний вплив на довкілля набув безпрецедентних масштабів, що призвело до істотних змін у біогеохімічних циклах та природних механізмах самоочищення екосистем. Одним із головних чинників таких змін є інтенсивне надходження до навколишнього середовища ксенобіотиків — речовин, які раніше не існували в природних системах і яких живі організми не здатні ефективно розщеплювати чи нейтралізувати. Ксенобіотики надходять у довкілля з промисловими відходами, транспортними викидами, стічними водами, побутовою хімією, фармацевтичною продукцією, відходами пластмас та іншими синтетичними матеріалами. Особливо небезпечними вважаються речовини, що мають тривалі періоди напіврозпаду та здатні до біоаккумуляції.

Класифікація ксенобіотиків ґрунтується на їх хімічній природі (органічні, неорганічні), фізичних властивостях (леткі, стійкі, водорозчинні), походженні (побутові, сільськогосподарські, промислові), токсичності та механізмах впливу на живі системи.



Схема 1 Класифікація ксенобіотиків

До найбільш екологічно небезпечних належать стійкі органічні забруднювачі (СОЗ), важкі метали, поліциклічні ароматичні вуглеводні, фармацевтичні препарати та пестициди. Стійкість таких речовин призводить до їх накопичення у біоті, ґрунтах, водоймах і передавання трофічними ланцюгами, що з часом підсилює їх негативний вплив.

1.2. Пестициди як провідна група ксенобіотиків

Пестициди займають особливе місце серед ксенобіотиків завдяки своїй спрямованій дії на живі організми. Ці речовини застосовують для захисту рослин, підвищення врожайності та зменшення економічних втрат у сільському господарстві. Утім, їх широке застосування супроводжується значними екологічними ризиками. Основні групи пестицидів включають інсектициди (проти комах), гербіциди (проти бур'янів), фунгіциди (проти грибів), акарициди (проти кліщів), нематоциди, родентициди, бактерициди та інші менш численні класи.

Використання пестицидів регламентується нормами, проте в реальних умовах часто фіксують перевищення рекомендованих доз або неправильне застосування препаратів. Крім того, навіть за нормативного навантаження багато пестицидів є стійкими, накопичуються у ґрунті та воді, виявляються у рослинній продукції та викликають токсичні ефекти у неспрямованих груп організмів. Прикладом є випадки масової загибелі бджіл через застосування неонікотиноїдів або пригнічення ґрунтової мікрофлори під дією тріазинових гербіцидів.

Група пестицидів	Приклад діючої речовини	Механізм дії	Потенційні екологічні ризики
Інсектициди	Імідаклоприд (неонікотиноїд)	Блокує передачу нервових імпульсів у комах	Висока токсичність для бджіл і водних безхребетних; порушення орієнтації запилювачів
	Хлорпірифос	Інгібує ацетилхолінестеразу	Небезпечний для птахів і риб;

			викликає репродуктивні порушення
Гербіциди	Гліфосат	Блокує синтез ароматичних амінокислот	Порушує ґрунтову мікрофлору; потрапляє у водойми; можлива фітотоксичність до культур
	2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиоцтова кислота)	Імітує дію рослинних гормонів, викликає неконтрольований ріст	Токсичний для водних організмів; може мігрувати ґрунтовими водами
Фунгіциди	Мансеб (дитіокарбамати)	Порушує обмін речовин у грибів	Токсичний для риб; руйнує ґрунтову біоту; пригнічує корисні гриби
	Тебуконазол (триазоли)	Блокує синтез ергостеролу	Накопичується у ґрунті; токсичний для водних екосистем
Акарициди	Абамектин	Порушує нейром'язову передачу у кліщів	Висока токсичність для риб та водних безхребетних
Нематоциди	Флуопірам	Порушує клітинне дихання нематод	Знижує чисельність корисних ґрунтових організмів; впливає на ґрунтове здоров'я

Таблиця 1 Групи пестицидів, приклади та екологічні ризики

1.3. Механізми токсичної дії пестицидів

Токсична дія пестицидів включає комплекс молекулярних, клітинних, організових та популяційних порушень. На молекулярному рівні вони можуть інгібувати ключові ферменти, що беруть участь у диханні, фотосинтезі, синтезі білків або передачі нервових імпульсів. Наприклад, фосфорорганічні інсектициди блокують фермент ацетилхолінестеразу, що

призводить до паралічу комах, але подібний механізм властивий і деяким водним безхребетним.

На клітинному рівні пестициди здатні порушувати морфологію органел, зокрема мітохондрій, хлоропластів і ядра. Вони змінюють проникність плазматичної мембрани, викликають оксидативний стрес та збільшують кількість активних форм кисню. У рослин гербіциди групи триазинів блокують фотосистему II, що призводить до пригнічення фотосинтезу та зупинки росту.

На рівні організму токсичність проявляється зниженням життєздатності, порушенням розвитку, репродукції, поведінки, нейротоксичністю або імуносупресією. У популяціях вплив пестицидів може призвести до втрати генетичної різноманітності, зміщення статевих пропорцій, зменшення чисельності та навіть локального вимирання видів.

Екосистемні наслідки є одними з найбільш масштабних: порушення структури біоценозів, зменшення кількості запилювачів, руйнування трофічних зв'язків, зниження продуктивності екосистем і підвищення їхньої нестійкості до зовнішніх впливів.

П'ять рівнів токсичної дії пестицидів



Схема 2 Механізми токсичної дії пестицидів

1.4. Адаптивні реакції організмів на дію пестицидів

Попри шкідливий вплив пестицидів, багато організмів демонструють різноманітні адаптивні реакції, що дозволяють їм зменшити токсичний стрес або пережити вплив хімічних речовин. Адаптація може проявлятися на різних рівнях — від короточасних фізіологічних змін до генетично закріплених мутацій, що забезпечують стійкість популяцій.

У рослин до типових адаптивних відповідей належать активація антиоксидантних ферментів (каталази, пероксидази, супероксиддисмутази), синтез білків теплового шоку, підвищення рівня фітогормонів, що регулюють стресові реакції (абсцизова кислота, жасмонати), зміни у структурі листкової пластинки та кореневої системи. Такі реакції спрямовані на зменшення ушкодження клітин та стабілізацію фотосинтетичного апарату.

Тварини також демонструють широкий спектр адаптацій: зміни поведінки (уникнення забруднених ділянок), прискорення метаболізму для виведення токсинів, підвищення активності ферментів біотрансформації (монооксигеназ, глутатіон-S-трансферази), стимуляція імунної системи. У водних організмах часто спостерігають порушення рухової активності, затримку розвитку, зміну реакцій на подразники — усе це може розглядатись як адаптивні або компенсаторні реакції.

На популяційному рівні адаптація може набувати форми резистентності — коли стійкі до пестицидів особини виживають і передають відповідні гени нащадкам. Відомо багато прикладів резистентності у бур'янів та комах-шкідників, що ускладнює боротьбу з ними і потребує використання більш агресивних препаратів.

1.5. Екологічні наслідки накопичення пестицидів

Поступове накопичення пестицидів у навколишньому середовищі призводить до низки негативних наслідків, що проявляються на рівні популяцій та екосистем. У ґрунті пестициди руйнують мікробні угруповання, знижують активність нітрифікаційних та азотфіксуючих бактерій, що погіршує родючість ґрунтів. У водних екосистемах вони є причиною масової

загибелі планктону, дафній, личинок риб, що призводить до порушення всієї харчової піраміди.

Особливу небезпеку становить явище біомагніфікації — накопичення токсичних речовин у хижаків, які знаходяться на верхівці трофічних ланцюгів. Концентрація пестицидів у таких організмів може у десятки разів перевищувати їх вміст у рослинах або у водних організмах нижчих трофічних рівнів. Це веде до репродуктивних порушень, зниження виживання молоді та деградації популяцій.

2. МЕТОДИ ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методологічні засади дослідження впливу ксенобіотиків на організми

Вивчення впливу пестицидів на різні групи живих організмів є складним міждисциплінарним завданням, яке поєднує елементи токсикології, екології, фізіології, біохімії, ґрунтознавства та аналітичної хімії. У роботі застосовується комплекс методів, що дозволяє всебічно охарактеризувати як прямі, так і опосередковані наслідки впливу ксенобіотиків на адаптивні властивості організмів.

Методологія дослідження базується на таких ключових принципах:

1) системність аналізу

Пестициди впливають на живі організми на різних рівнях — від молекулярного до екосистемного. Тому в дослідженні розглядаються фізіологічні, біохімічні, поведінкові та популяційні реакції.

2) порівняння різних трофічних рівнів

Організми з різною екологічною роллю (рослини, безхребетні, комахи-запилювачі, амфібії) мають різну чутливість. Це дозволяє побачити загальні закономірності та специфічні реакції.

3) використання біоіндикаторів

Дощові черв'яки, дафнії, бджоли, риби та окремі рослини є високочутливими до ксенобіотиків і швидко реагують на забруднення.

4) аналіз літератури та токсикологічних звітів

Оскільки робота оглядово-дослідницька, для глибоких висновків залучаються:

- міжнародні токсикологічні бази (EPA, EFSA, WHO),
- результати польових експериментів українських науковців,
- дані про найпоширеніші пестициди в Україні за останні 5–7 років,
- сучасні публікації з екотоксикології.

Такий підхід забезпечує комплексність і наукову достовірність висновків.

2.2. Характеристика об'єктів дослідження

Оскільки пестициди впливають на широкий спектр організмів, у роботі використовуються дані щодо кількох груп, що є найбільш чутливими та екологічно значущими.

1. Рослини

Рослини першими поглинають гербіциди через листову поверхню чи корені. Вони відображають:

- рівень фітотоксичності,
- зміни у фотосинтезі,
- накопичення токсичних речовин у тканинах,
- морфологічні аномалії.

Рослини — це первинна ланка трофічного ланцюга, тому порушення їхньої життєдіяльності впливає на всю екосистему.

2. Ґрунтові організми

Особливо чутливими є дощові черв'яки, колемболи, кліщі. Вони виконують важливі біогеохімічні функції:

- структуризація ґрунту;
- переробка органічних решток;

- утворення гумусу.

Зниження їх активності — сигнал деградації екосистеми.

3. Комахи-запилювачі

Медоносна бджола та джмелі — важливі маркери впливу інсектицидів (особливо неонікотиноїдів). Їх реакції включають:

- втрату орієнтації;
- зниження льотної активності;
- зменшення чисельності сімей.

4. Водні організми

Дафнії, личинки хірономід, мальки риб реагують навіть на мікродози пестицидів.

Їх дослідження відображає:

- токсичність стоку з полів,
- забруднення поверхневих вод,
- ризики для річкових екосистем.

5. Хребетні тварини (амфібії)

Амфібії — одна з найбільш чутливих груп, адже їхня шкіра пропускає токсини безбар'єрно.

У роботі враховуються:

- морфологічні порушення,
- аномалії розвитку,
- зниження виживаності.



Фото 1 *Організми, що найчастіше використовуються як індикатори токсичності пестицидів.*

2.3. Методи оцінювання токсичності та адаптивних реакцій організмів

Дослідження базується на аналізі чотирьох груп реакцій.

1. Фізіологічні показники

Сюди належать:

- інтенсивність фотосинтезу;
- зміна вмісту хлорофілу;
- темп росту рослин;
- дихальна активність водних і ґрунтових організмів.

Пестициди можуть пригнічувати синтез білків, порушувати обмін речовин, викликати гальмування росту.

Приклад: гербіциди триазинового ряду блокують фотосистему II, що швидко спричиняє в'янення рослин.

2. Біохімічні реакції

Це одна з найчутливіших груп показників, що включає:

- активність антиоксидантних ферментів (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза);
- зміни у вмісті прооксидантів;
- інгібування ферментів нервової системи (ацетилхолінестерази).

Якщо ферментативна активність змінюється — це свідчить про токсичний стрес.

3. Поведінкові реакції

Поведінка є швидким індикатором отруєння.

- Бджоли втрачають орієнтацію та не повертаються у вулик.
- Дафнії знижують рухливість.
- Дошові черв'яки уникають забруднених ділянок.
- Риби змінюють патерн плавання.

Поведінкові зміни часто передують фізіологічним.

4. Репродуктивні та популяційні реакції

Найважливіші для екології:

- зниження кількості нащадків;
- зменшення виживаності личинок;
- формування резистентності до пестицидів.

Поява резистентності свідчить про сильний антропогенний пресинг і зміну генетичної структури популяцій.

Механізми токсичної дії пестицидів

Пестициди впливають на живі організми та екосистеми на різних рівнях організації — від молекулярного до екосистемного. Розуміння цих механізмів є ключовим для оцінки екологічних ризиків та розробки стратегій мінімізації негативного впливу агрохімікатів на довкілля.

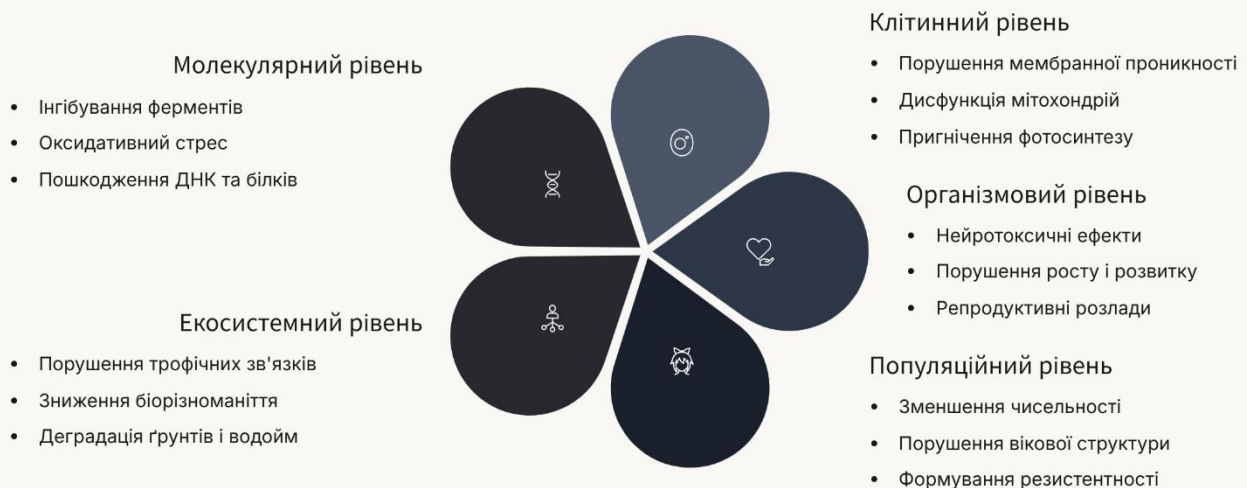


Схема 3 Механізми токсичної дії пестицидів

2.4. Шляхи надходження пестицидів у біосистеми

Пестициди можуть потрапляти до організмів багатьма шляхами:

- **через ґрунт** (корені рослин, ґрунтові тварини);
- **через листки** (обробка полів, дрейф препаратів);
- **через воду** (поверхневий стік, дощові води);
- **через повітря** (аерозольний перенос з полів);
- **через харчові ланцюги** (накопичення у хижаків).

Шляхи надходження ксенобіотиків до організмів

Ксенобіотики — чужорідні хімічні сполуки, які проникають в біологічні системи через різні маршрути та накопичуються в екосистемах. Розуміння механізмів їхнього надходження є критичним для оцінки екологічних ризиків і розробки стратегій моніторингу забруднення довкілля.



☐ Ксенобіотики проникають в організми різними шляхами, формуючи складні ланцюги переносу в екосистемах. Кожен маршрут характеризується специфічними механізмами транспорту, швидкістю накопичення та потенціалом трофічної передачі токсикантів.

Схема 4 Шляхи надходження ксенобіотиків до організмів

Отже, ксенобіотики проникають у живі організми різними шляхами, що визначає швидкість, глибину та наслідки токсичної дії. Грунтовий і водний шляхи характерні переважно для рослин і гідробіонтів, тоді як повітряний і листковий мають важливе значення для наземних екосистем. Харчовий шлях є ключовим для передачі токсикантів уздовж трофічних ланцюгів і формування біомагніфікації. Розуміння цих механізмів дозволяє оцінювати потенційні ризики та планувати заходи щодо зменшення впливу ксенобіотиків на довкілля та здоров'я людини.

2.5. Достовірність і обмеження використаних матеріалів

Жодне екологічне дослідження не може бути абсолютно точним, адже токсичність залежить від:

- концентрації препарату;
- тривалості дії;

- індивідуальної чутливості видів;
- стану середовища (рН, температура, вологість);
- сумарної дії кількох хімічних речовин.

Саме тому у роботі використано велику кількість різних джерел, що дозволило отримати узагальнене уявлення про негативний вплив пестицидів і адаптивні реакції організмів.

3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ НА БІОТУ

3.1. Методика польового дослідження

Дослідження проводили на території приватного сільськогосподарського підприємства «Павлівське», яке оточує значні площі обробітку зернових культур та лісосмуги. Оскільки господарство застосовує гербіциди, інсектициди та фунгіциди, дослідження було спрямоване на виявлення ознак впливу цих препаратів на рослинність, ґрунтову фауну та тварин.

Методика включала три основні елементи:

1) Візуальна оцінка рослинності, ґрунту та прилеглих біотопів

Під час маршрутного обстеження фіксували:

- наявність хлорозів і деформацій рослин;
- пригнічений ріст трав'яних угруповань;
- скупчення сапротрофних грибів;
- стан ґрунтової підстилки;
- ознаки деградації на межових ділянках між полем і лісосмугою.

2) Дослідження індикаторних видів біоти

Оцінювали стан живих організмів, які першими реагують на хімічний вплив:

- мурахи (структура колоній, активність);
- зелена жаба (поведінка, забарвлення, частота зустрічей);

- горобці (чисельність і кормова активність);
- павуки (наявність та густина популяцій);
- їжаки (епізодичні знахідки).

3) Аналіз умов та джерел можливого забруднення

Враховували:

- близькість оброблених полів;
- напрямок вітру під час обприскування;
- наявність дренажних каналів і стоку з полів;
- сліди обробітку рослинних решток.

Методика дозволила отримати реальну картину стану біоти підприємства.

3.2. Результати оцінки стану рослинності та ґрунтової біоти

Рослинність

На території виявлено:

- характерні симптоми дії гербіцидів (викривлення пагонів, хлорози);
- локальні вогнища грибкових розростань у лісосмугах та на межових ділянках;
- нерівномірність трав'яного покриву, що свідчить про стресові фактори;
- зниження різноманітності бур'янової рослинності на краю полів.



Фото 2 *Смугасті прояви хлорозу*

на сходах озимих зернових



Фото 3 *Мозаїчний характер рослинного покриву, спричинений дією ксенобіотиків*

Ґрунт і ґрунтові організми

Встановлено:

- зменшення чисельності дощових черв'їв;
- фрагментацію мурашників;
- зниження активності ґрунтової фауни після періодів обробки;
- ущільнення ґрунту, що знижує біологічну активність.

Ці результати свідчать про вплив залишкових концентрацій інсектицидів та гербіцидів.

3.3. Оцінка стану фауни та адаптивних реакцій організмів

Наземні хребетні й птахи

- Горобці траплялися рідше, ніж очікується для агроландшафту.
- Їжаки виявлялися лише в лісосмузі, що може свідчити про зниження кормової бази на полях.
- У птахів помічено зміну кормових маршрутів у напрямку лісових ділянок.

Амфібії

Зелена жаба є чутливим біоіндикатором. У польових канавках відмічено:

- знижену рухливість;
- незначні зміни забарвлення;
- уникання ділянок із водою після опадів.



Фото 4 Зелена жаба як індикатор забруднення водоєм та ґрунтів пестицидами

Комахи та павуки

Виявлено:

- зменшення кількості павутин у місцях, де могли використовувати інсектициди;
- фрагментовані колонії мурах, знижена активність;
- менша різноманітність наземних комах — важливий сигнал екологічного стресу.

3.4. Адаптивні зміни на організмовому та екосистемному рівні

Організмівий рівень:

- рослини формують менші листкові пластинки;
- тварини (особливо комахоїдні) змінюють маршрути пересування;
- амфібії проявляють поведінкові реакції уникнення.

Популяційний рівень:

- зниження чисельності чутливих видів;
- переважання більш витривалих видів бур'янів і комах;
- зміна структури популяцій мурах.

Екосистемний рівень:

- порушення трофічних ланцюгів;
- збільшення частки сапротрофних грибів;

- деградація ґрунтової мікробіоти;
- зменшення кількості комах-мезофауни, що впливає на птахів.

Таким чином, результати проведеного дослідження свідчать, що ксенобіотики, зокрема пестициди, чинять комплексний вплив на агроєкосистему ПП «Павлівське». Спостерігаються морфологічні зміни у рослин, поведінкові реакції уникнення у тварин, зниження чисельності чутливих видів і трансформація трофічних взаємозв'язків. Водночас відмічено підвищення ролі видів, стійких до хімічного навантаження. Отримані дані підтверджують необхідність оптимізації застосування засобів захисту рослин, впровадження моніторингу стану ґрунтів та біоти, а також переходу до екологічно орієнтованих технологій землеробства.

Висновки

Проведене дослідження дозволяє комплексно оцінити особливості впливу ксенобіотиків, насамперед пестицидів, на стан біоти в умовах агроєкосистеми приватного сільськогосподарського підприємства «Павлівське». Встановлено, що дія агрохімікатів не обмежується лише цільовими культурами, а поширюється на суміжні природні елементи ландшафту — лісосмуги, узбіччя, тимчасові водні об'єкти та прилеглі території, де мешкають індикаторні види рослин і тварин. Вплив є багаторівневим: від зміни окремих морфологічних ознак організмів до трансформації структурного та функціонального стану екосистеми в цілому.

Виявлені ознаки порушення здоров'я рослинності та ґрунтової біоти свідчать про наявність стресових факторів хімічного походження. Про це зокрема говорять зміни фізіологічного стану окремих рослин, пригнічення бур'янового ярусу, поява вогнищ сапротрофних грибів у місцях ослабленої деревної рослинності, нерівномірність росту трав'яного покриву та локальні прояви евтрофікації на ділянках поверхневого стоку. Такі симптоми характерні для територій із періодичним надходженням агрохімікатів у низьких або помірних концентраціях, що не викликають різких загибелей, проте формують стійкий хронічний стрес для біоценозу.

Особливу увагу заслуговують результати спостережень за станом тваринних груп — амфібій, комах, птахів і дрібних ссавців. Індикаторні види реагують на антропогенний вплив першими і є важливими маркерами екологічних змін. Виявлені поведінкові відхилення у жаб (зменшення активності, уникнення певних ділянок, чутливість до змін у водному середовищі), фрагментація мурашників, зниження активності комах і зменшення частоти зустрічей птахів свідчать про порушення трофічних ланцюгів та трансформацію кормової бази. Такі зміни мають кумулятивний характер і в довгостроковій перспективі можуть призвести до збіднення видового різноманіття та зменшення екологічної стійкості агроландшафту.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що агрохімічне навантаження, характерне для території ПП «Павлівське», створює умови для формування адаптивних стратегій у рослин і тварин. Ці стратегії проявляються у зміні морфології, поведінки, фенології та структури популяцій окремих видів. Водночас адаптація не означає відсутності негативного впливу. Навпаки, вона є показником того, що екосистема функціонує під постійним стресом і поступово змінює свою структуру, зміщуючись у бік переважання менш чутливих організмів. Це призводить до втрати природної рівноваги, послаблення регуляторних механізмів та зростання залежності агроекосистеми від зовнішніх втручань.

Отримані дані підкреслюють необхідність упровадження екологічно орієнтованих підходів до землекористування. У сучасних умовах важливо не лише проводити господарську діяльність, а й оцінювати її можливі наслідки для довкілля. Екологічний моніторинг стану рослинності, ґрунтів, індикаторних видів тварин та якості поверхневих вод має стати системним процесом, що дозволить виявляти зміни на ранніх етапах та запобігати негативним екологічним наслідкам. Одним із завдань підприємств, що використовують агрохімікати, є перехід до інтегрованого управління шкідниками та бур'янами, що передбачає зменшення обсягів хімічної обробки, заміну небезпечних препаратів на альтернативні та контроль метеорологічних умов під час обприскування.

Пропозиції

1. **Запровадити регулярний моніторинг стану біоти** (амфібій, комах, птахів, бур'янів), що дозволить оцінювати довгострокові тенденції впливу пестицидів.
2. **Проводити дослідження ґрунтів** на вміст залишків пестицидів та показники мікробіологічної активності не рідше одного разу на рік.

3. **Оптимізувати строки та умови внесення агрохімікатів**, зокрема уникати обробки під час сильного вітру та перед опадами, щоб запобігти дрейфу препаратів у лісосмуги й прибережні ділянки.
4. **Зменшити використання препаратів ризикових класів** та замінювати їх на біологічні засоби захисту, де це можливо.
5. **Підтримувати лісосмуги та природні буферні зони**, що здатні частково затримувати стік пестицидів та сприяти збереженню біорізноманіття.
6. **Забезпечити відновлення ґрунтової біоти** шляхом застосування органічних добрив, сидератів та мульчування.
7. **Підвищити екологічну обізнаність працівників підприємства** щодо наслідків неправильного застосування пестицидів та важливості екологічного контролю.
8. **Рекомендувати подальші наукові спостереження** для актуалізації даних та уточнення ступеня впливу агрохімікатів на різні групи організмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боголюбов В. М. Екологія та охорона навколишнього середовища. — Київ: Либідь, 2020. — 368 с.
2. Голуб Н. М., Чорна Л. М. Екотоксикологія: навчальний посібник. — Київ: Центр учбової літератури, 2019. — 312 с.
3. Дядченко О. М. Агроекологія: підручник. — Харків: ХНАУ, 2021. — 420 с.
4. Ємельянов І. Г., Кулик М. Ф. Вплив пестицидів на біорізноманіття агроecosистем. — Суми: Університетська книга, 2018. — 256 с.
5. Загальна екологія: навч. посіб. / За ред. Т. Л. Андрієнко. — Київ: Видавничий дім „Слово”, 2019. — 380 с.
6. Коваленко В. П. Проблеми використання пестицидів у сільському господарстві та їхній вплив на біоту. — Полтава: Полтавська аграрна академія, 2017. — 164 с.
7. Кравчук О. П. Біоіндикація стану довкілля: навчальний посібник. — Львів: ЛНУ ім. Франка, 2020. — 298 с.
8. Методичні рекомендації щодо безпечного застосування пестицидів у сільському господарстві. — Київ: Мінагрополітики України, 2021. — 45 с.
9. Пестициди: класифікація, властивості та регламенти застосування. — Офіційний довідник. — Київ: Аграрна наука, 2022. — 240 с.
10. Сулик Р. І., Гуменна О. М. Екологічна безпека агроecosистем. — Чернівці: Рута, 2018. — 276 с.
11. Тарасенко А. О. Вплив ксенобіотиків на організми різних трофічних рівнів. — Запоріжжя: ЗНУ, 2020. — 198 с.
12. Шевченко В. С. Агрохімічні наслідки застосування засобів захисту рослин: монографія. — Дніпро: УкрДАЗТ, 2019. — 336 с.

