

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка  
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Обґрунтування природоохоронних заходів для зменшення впливу на довкілля непридатних хімічних засобів захисту рослин

Виконав: студент групи ЕКО-19м  
спеціальності 101 "Екологія"

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Андрущенко М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., професор Кватернюк С. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент д.х.н., професор Ранський А. П.

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Анотація.....	4
Annotation.....	5
1 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАНИХ З ХЗЗР .....	7
1.1 Аналіз проблеми .....	7
1.2 Аналіз обсягів використання ХЗЗР .....	9
1.3 Класифікація пестицидів і агрохімікатів .....	10
1.4 Вплив на довкілля від ХЗЗР .....	14
1.5 Вплив на здоров'я людини від ХЗЗР .....	17
1.6 Вплив пестицидів і добрив на водні об'єкти .....	21
2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ ТА ДОБРИВ НА ЖИВІ СИСТЕМИ .....	22
2.1 Методи аналізу пестицидів у ґрунті .....	22
2.2 Методи аналізу пестицидів у водних об'єктах .....	23
2.3 Методи відбору проб ґрунту .....	25
2.4 Методи відбору проб водних об'єктів.....	27
2.5 Обладнання для аналізу пестицидів.....	30
2.6 Методи аналізу вмісту добрив у об'єктах довкілля .....	33
3 ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ НЕПРИДАТНИХ ХЗЗР .....	35
3.1 Оцінка впливу пестицидів на фітопланктон .....	35
3.2 Аналіз отриманих спектрів досліджуваних розчинів .....	37
3.3 Оцінка екологічного ризику.....	42
3.4 Утилізація непридатних ЗЗР і використаної тари.....	43
4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДІВ.....	47
5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗМЕНШЕННЮ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ХЗЗР .....	56
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТОК А Технічне завдання.....	62

## АНОТАЦІЯ

Об'єкт досліджень – засоби захисту рослин та агрохімікати.

Мета роботи – дослідити систему використання мінеральних добрив і агрохімікатів та екологічні проблеми, які виникають в результаті їх застосування. Розробити пропозиції щодо поліпшення стану навколишнього природного середовища та раціонального внесення добрив.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається значення мікроелементів для життя рослин, екологічна характеристика основних агрохімікатів, запропоновані пропозиції щодо покращення технології використання агрохімікатів для отримання високих врожаїв доброї якості з мінімальною шкодою для навколишнього природного середовища.

Галузь застосування – охорона навколишнього природного середовища

## ANNOTATION

Object of research – means of plant protection and agrochemicals.

Purpose of work – to conduct statistical treatment of influencing a mineral fertilizers and agrochemicals on the increase of productivity on an example CSP. To explore the system of the use of mineral fertilizers and ecological problems which arise up as a result of their application. On the basis of finding to develop suggestions in relation to the improvement of the state of natural environment and rational bringing of fertilizers.

In degree work is led of microelements for the life of plants, agroecological description of basic mineral fertilizers, offered suggestions for improving the technology of agrochemicals to obtain high yields of good quality with minimal damage to the environment.

Area application – guard of natural environment

## ВСТУП

Проблема охорони та раціонального використання земель є однією із найважливіших завдань людства, тому що 98 % продуктів харчування, які споживає людина, отримуються за рахунок обробітку землі. Агрокультурою людина займається майже 10 тисячоліть. За цей період у багатьох частинах планети розквітали і гинули цивілізації, колись квітучі краї перетворювались на пустелі. Низька культура землеробства та хижацька експлуатація земель призводили до руйнування ґрунтів. Французькі вчені підрахували, що за весь історичний період людство втратило близько 2 млрд га родючих земель. Для України ця проблема є також актуальною, оскільки Україна є аграрною країною, то основним шляхом її вирішення є розвиток сільського господарства та землеробства.

Довготривале та нерозумне використання синтетичних сполук завдавало та продовжує завдавати вагомої шкоди здоров'ю людей, дикій природі та цілим екосистемам у всьому світі. Щорічно у світі реєструється від 1 до 5 мільйонів випадків отруєння пестицидами. Багато з них закінчуються смертельним результатом.

Пестициди – один із найнебезпечніших факторів забруднення навколишнього середовища. За даними ЮНЕСКО, пестициди в загальному обсязі забруднення біосфери Землі займають восьму позицію після таких речовин, як нафтопродукти, ПАР, фосфати, мінеральні добрива, важкі метали, оксиди азоту, сірки, вуглецю. Інтенсивне використання пестицидів супроводжується забрудненням хімічними речовинами об'єктів довкілля, ґрунтів, води, поверхневих та підземних водоймищ, атмосферного повітря, а також сільськогосподарської сировини і харчових продуктів, що негативно позначається на здоров'ї населення та стану навколишнього середовища.

Заходи щодо підвищення продуктивності земель та їхньої охорони дуже різноманітні й повинні здійснюватись комплексно, як єдина система, взаємно доповнюючи один одного і посилюючи дію всіх інших. Тому передусім потрібно, щоб кожний клптик землі, кожне поле мало дбайливого господаря, освіченого,

розсудливого, оскільки від цього залежить не тільки його доля, а й доля його дітей та онуків.

Але недотримання науково обгрунтованих заходів під час застосування агрохімікатів, недосконалість способів їх використання може призвести до негативного їх впливу на окремі компоненти біосфери, на стан навколишнього природного середовища та на людину. При використанні агрохімікатів забруднюються ґрунти, природні води, атмосфера та сільськогосподарська продукція, шкідливими для здоров'я людей та тварин елементами та речовинами. Негативна дія агрохімікатів на ґрунт проявляється в підкисленні або підлуговуванні ґрунтового розчину, збільшенні або зменшенні насичення ґрунту основами, прискорюванні процесів вимивання з ґрунту кальцію і магнію, посиленні мінералізації гумусу, а також впливу на метаболізм поживних речовин в рослині. Крім впливу на ґрунт, необгрунтовані норми мінеральних добрив можуть призводити до збільшення концентрації поживних речовин у водоймах. У результаті цього на їх поверхні відбувається посилений розвиток фітопланктону, прибережних заростей, а в більш глибоких її горизонтах посилюються анаеробні процеси, нагромаджується сірководень та аміак. При цьому такі водойми втрачають своє господарське та біогеоценозне значення: гине риба, вода стає непридатною для пиття та для купання.

Але не зважаючи на проблеми, які виникають при використанні агрохімікатів альтернативи використання чи ні – немає, оскільки за їх рахунок харчується близько 50% населення. Тому, єдине правильне рішення даної проблеми – це не відмова від застосування агрохімікатів, а поліпшення технології виробництва, використання та зберігання добрив, внесення їх в оптимальних дозах, співвідношеннях та в визначені строки, а також покращення властивостей хімічного складу самих мінеральних добрив та агрохімікатів у відповідності до екологічних вимог.

# 1 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАНИХ З ХЗЗР

## 1.1 Аналіз проблеми

Результатом широкого застосування пестицидів у господарствах України в минулі роки є повсюдне забруднення ґрунтів орних земель, інших територій і як наслідок — харчових продуктів. Водними та повітряними потоками пестициди розповсюдились по всій території країни та за її межами. Доведено, що стійкі хлорорганічні пестициди, такі як ДДТ та його метаболіти, ізомери гексахлороциклогексану, альдрин та інші є глобальними фоновими забруднювачами ландшафтів та агроландшафтів [1].

Пестициди забруднюють довкілля не тільки у процесі використання їх як ХЗЗР, але й в процесі виробництва, зберігання, транспортування та знищення. Після внесення пестицидів у навколишнє середовище людина вже не може контролювати і регулювати їх колообіг. У довкіллі під впливом кисню, освітлення, вітру, температури, вологи, типу та стану ґрунтів, вони піддаються складним перетворенням, можуть переноситися на значні відстані та накопичуватися в організмах тварин і людей. При розкладі пестицидів у навколишньому середовищі утворюються нові хімічні сполуки, які виявляють інші хімічні та біологічні властивості [1].

Крім того, застосування пестицидів призвело до забруднення підземних вод (ідентифіковані в підземній геосистемі на глибині до 1000 м). Особливу занепокоєність викликає забруднення пестицидами ґрунтових вод та продуктів харчування, а також накопичення деяких пестицидів в рослинах та тваринах, яке триває й досі.

Використання більшості синтетичних пестицидів пов'язане з такими проблемами:

- Негативний вплив на навколишнє середовище, екосистеми та здоров'я людей, як найбільш важливий аспект.

- Стійкість пестицидів у довкіллі та накопичення їх у зростаючих концентраціях в організмах.
- Розвиток резистентності шкідників до дії цих препаратів.
- Відродження шкідників та вторинні спалахи їх чисельності.
- Зростання матеріальних витрат на використання пестицидів.

Найбільш гостру проблему для здоров'я людей та довкілля сьогодні являють високостійкі хлорорганічні сполуки (серед них є і деякі високотоксичні хлорорганічні пестициди), що об'єднані в групу стійких органічних забруднювачів (СОЗ)

Усі СОЗ відносяться до різних класів хімічних сполук, але, незважаючи на численні відмінності та різний ступінь небезпеки, СОЗ мають чотири загальні властивості:

- вони високотоксичні навіть у незначній кількості, а ті продукти, які утворюються у результаті їх розкладу, можуть бути ще більш токсичними;
- вони стійкі до розкладу, тобто важко руйнуються і залишаються незмінними у довкіллі протягом багатьох років після використання;
- вони концентруються в жирових тканинах людей і тварин, які знаходяться у верхніх ланках харчового ланцюжка;
- вони можуть долати значні відстані повітряними потоками, водними шляхами та шляхами міграції птахів, тварин і риби [2].

Окрему групу токсичних відходів становлять непридатні до використання та заборонені до застосування хімічні засоби захисту рослин (далі - непридатні ХЗЗР). Проблема непридатних пестицидів (НП) в Україні пов'язана, в основному, з накопиченням за радянських часів заборонених до використання за прямим призначенням хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР) та тих ХЗЗР, яким було надано статус непридатних (пошкодження тари, втрата маркування, тощо). У подальшому, в результаті ліквідації колгоспів та радгоспів, частої зміни власників, руйнування складів, де зберігалися НП виникла проблема гострих ризиків для здоров'я населення та навколишнього середовища від накопичених запасів НП майже на всій території країни за рахунок розповсюдження токсичних речовин у



повітрі, ґрунтах та воді. Ці загрози посилюються ще й за рахунок доступу до місць знаходження НП місцевих мешканців, які безперешкодно проникають на склади НП, що в більшості ні ким не охороняються та використовують НП, тару з під них, залишки будівельних матеріалів зі складів НП у власних господарствах [3].

## 1.2 Аналіз обсягів використання ХЗЗР

Пестициди, або хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР), широко використовувалися в Україні до середини 90-х років ХХ ст. Щорічне застосування пестицидів у сільському господарстві у 1980—1991 рр. становило приблизно 150 тис. т (3—5 кг/га орних земель). Встановлено, що на кожну людину, яка мешкає на території колишнього СРСР, припадає у середньому 28,5 кг використаних ХЗЗР. Після 1991 р. обсяг застосування пестицидів в Україні зменшився (100 тис. т у 1992 р.) з подальшим скороченням до 0,6 кг/га на рік.

На сьогодні у світі використовують 70 тисяч різних хімікатів і пестицидів. Щорічно на ринок потрапляє 1500 нових синтетичних речовин. Інтенсивне забруднення природного середовища значною мірою є наслідком нераціонального сільськогосподарського виробництва. Щороку з мінеральними добривами на сільськогосподарські угіддя надходить 193 тис. т фтору, 1,6 тис. т цинку, 620 тис. т міді та 622 т калію [4].

Обсяги непридатних до використання та заборонених до застосування хімічних засобів захисту рослин, за даними офіційної статистики, становлять близько 13,5 тисячі тонн. Вони розосереджені по всій території України, нерідко знаходяться у непристосованих і випадкових приміщеннях, а подекуди просто неба. Нараховується 109 складів централізованого зберігання токсичних відходів, що перебувають у віданні місцевих державних адміністрацій, та близько 5000 складів у сільськогосподарських підприємствах. Значна частина об'єктів, де зберігаються токсичні відходи, дуже небезпечна для навколишнього природного середовища внаслідок міграції токсичних компонентів шляхом інфільтрації в підземні і поверхневі води, рознесення вітром, тваринами і діяльністю людини. (рис.1.1)

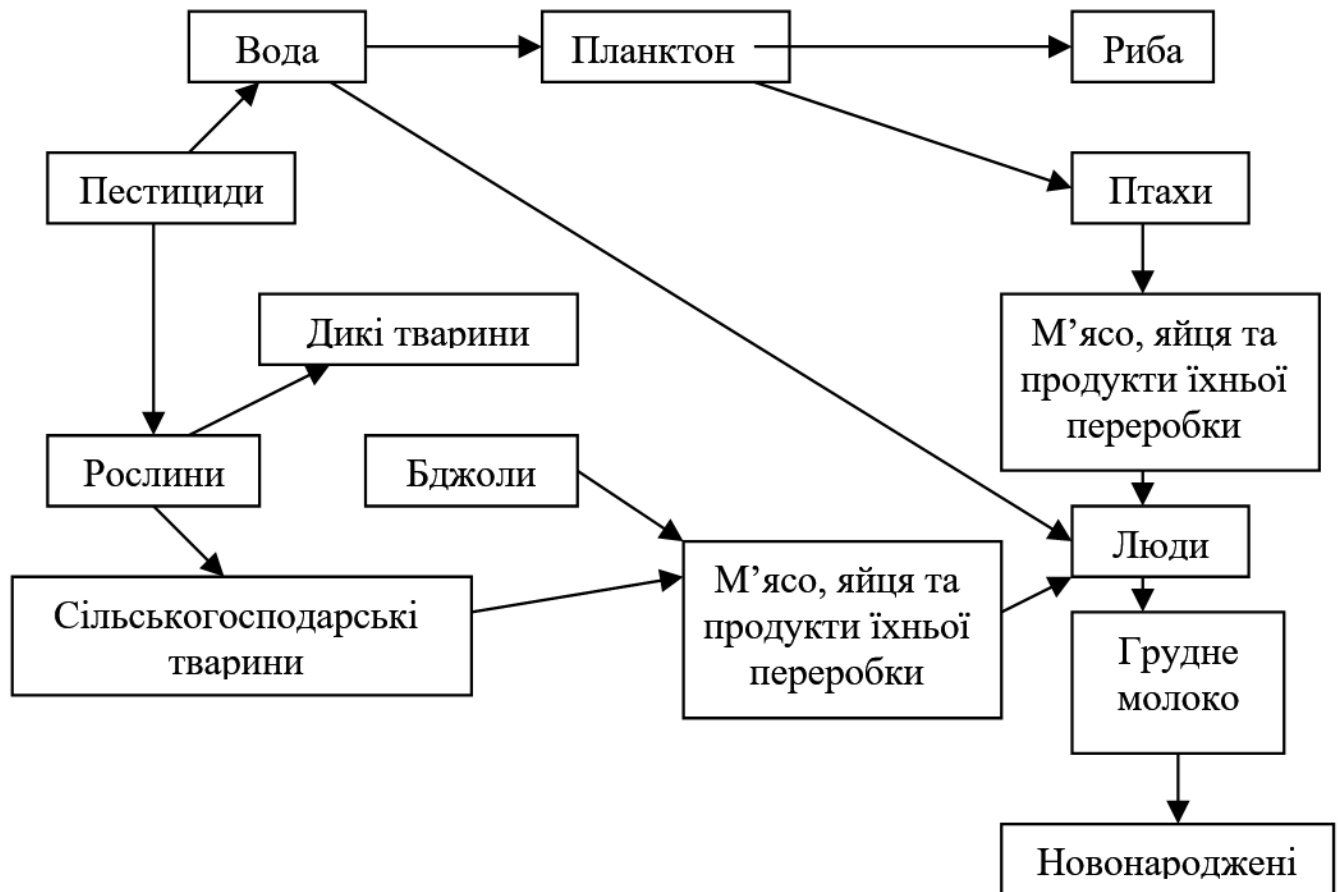


Рисунок 1.1 – Міграція пестицидів за харчовими ланцюгами

### 1.3 Класифікація пестицидів і агрохімікатів.

До агрохімікатів відносяться органічні, мінеральні і бактеріальні добрива, пестициди, хімічні меліоранти, регулятори росту рослин та інші речовини, що застосовуються для підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості рослинницької продукції [5].

Класифікація пестицидів за призначенням:

- інсектициди (для знищення комах)
- фунгіциди (для знищення грибкових захворювань)
- гербіциди (для боротьби з рослинами-бур'янами).
- родентициди (проти гризунів)
- арборициди (проти чагарників)
- акарициди (проти кліщів)

- бактерициди (проти бактеріальних хвороб)
- нематоциди (проти фітогельмінтів — шкідливих нематод)

Гербициди поділяють на препарати суцільної та селективної дії. Препарат суцільної дії знищує всі рослини, на які потрапляє. Препарат селективної дії знищує тільки ту рослину або групу рослин, на яких діє селективний гербицид.

Інсектициди поділяють на контактні, які спричиняють загибель при контакті тіла комахи або кліща з отрутою, та шлункові, дія яких відбувається тільки при потраплянні отрути в шлунок з кормовою рослиною. Багато з пестицидів одночасно можуть бути контактними й шлунковими. Крім того, при знищенні шкідників у приміщеннях використовують фуміганти — пестициди, які потрапляють в організм шкідника через дихальні шляхи [6].

Класифікація за походженням діючого інгредієнта:

- неорганічні
- органічні
- біологічні

Класифікація на основі хімічного складу діючої речовини:

- хлорорганічні (ДДТ)
- карбонати
- гетероциклічні
- фосфорганічні
- похідні дієнового синтезу
- похідні карбамінової тіо- та дитіокарбамінової кислот
- нітропохідні фенолів
- синтетичні піретроїди
- похідні речовини

Добрива поділяють на прямі (такі, що містять безпосередньо елементи живлення рослин) та непрямі (покращують властивості ґрунтів, наприклад, гіпс, вапно).

За складом розрізняють:

- мінеральні добрива,
- органічні добрива,
- органо–мінеральні добрива, які в свою чергу поділяються: природні, сапропель, штучні торфоаміачні, торфомінеральноаміачні та ін.
- бактеріальні добрива,
- зелені добрива (свіжа зелена маса переважно бобових рослин, запахувана в ґрунт для збагачення його органічними речовинами та N).

Добрива, до складу яких входять макроелементи (N, P, K, Ca, Mg, S), називаються макродобривами (наприклад, фосфорні добрива, азотно–фосфорні добрива), мікроелементи (B, Fe, Mn, Cu, Mo, Zn), – мікродобривами (марганцеві добрива, бормагнієве добриво і тощо). Добрива можуть складатися також одночасно з макро– та мікроелементів (наприклад суміш Мо–солі з фосфорно – калійним добривом). За агрегатним станом розрізняють добрива тверді (кристалічні, гранульовані, порошки), рідкі та газоподібні (безводний  $\text{NH}_3$ ). Органічні добрива – це різні за складом і властивостями речовини рослинного і тваринного походження, які вносять у ґрунт для підвищення родючості і вирощування більших і стійких урожаїв [7]. Однією з важливих особливостей більшості органічних добрив є те, що вони істотно поліпшують властивості ґрунту: структуру, реакцію та ін. Основними органічними добривами є: гній, гноївка, пташиний послід, торф, компости, зелене добриво. Напрямом точного землеробства є біологічне землеробство, яке засноване на застосуванні органічних добрив. Воно повністю виключає застосування отрутохімікатів і неякісних мінеральних добрив, але вимагає дотримання всіх термінів, вимог до обробітку ґрунту і догляду за рослинами, застосування біологічного методу захисту рослин.

Заходи по нагромадженню, зберіганню і раціональному використанню органічних добрив – важливий фактор підтримання та підвищення родючості ґрунту, збільшення врожаю сільськогосподарських культур та поліпшення його якості. Тому необхідно відмітити значення органічних добрив як джерела елементів живлення для рослин, і як одного з найважливіших засобів зберігання, підтримання

та підвищення родючості ґрунту. Мінеральні добрива – вироби однієї з галузей хімічної промисловості, що містять поживні елементи, потрібні для сільського господарства. Застосування штучних добрив сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур, покращенню якості продукції. Найчастіше у ґрунті немає відповідної кількості азоту, фосфору, калію. Тому азотні, фосфорні і калійні мінеральні добрива широко застосовуються у сільському господарстві. По агрономічному призначенню серед мінеральних добрив виділяють прямі і непрямі. Прямі мінеральні добрива (містять елементи безпосереднього живлення рослин – N, P, K, Mg, B, Cu, Mn і ін) поділяють на односторонні і комплексні. Односторонні мінеральні добрива містять переважно якийсь один поживний елемент. До них відносяться азотні добрива (аміачна, натрієва, кальцієва селітри, сульфат амонію, сечовина та ін), фосфорні (суперфосфат, фосфоритне борошно, преципітат і ін), калійні (хлористий калій, 30 – і 40% калійна сіль, сульфат калію та ін), мікродобрива [8]. Комплексні добрива (подвійні і потрійні) містять два і більше поживних елементів (нітрофос, амофос, нітрофоска і ін). Непрямі мінеральні добрива застосовують для поліпшення агрохімічних і фізико–хімічних властивостей ґрунту і мобілізації її поживних речовин (наприклад, вапняні добрива, гіпс). Одне і те ж добриво може надавати пряму і непрямую дію. Так, внесення фосфоритного борошна не тільки підвищує рівень фосфорного живлення рослин, а й послаблює кислотність ґрунту.

#### 1.4 Вплив на довкілля від ХЗЗР

Розповсюдження пестицидів у довкіллі відбувається як фізичним, так і біологічним шляхом. Перший спосіб — розсіювання з допомогою вітру в атмосфері та поширення через водотоки. Другий — перенесення живими організмами по шляху харчування. Із просуванням організмів до вищих ланок харчового ланцюга концентрації шкідливих речовин зростають, нагромаджуючись у внутрішніх органах, переважно в печінці та нирках.

Відомо, що пестициди впливають на навколишнє середовище і екосистеми, призводячи до скорочення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення бур'янів і комах, які є важливими елементами харчового ланцюгу. Крім того, пестициди мають негативний вплив на здоров'я людини, як в результаті прямої дії так і опосередковано внаслідок накопичення залишкових кількостей в сільськогосподарських продуктах і питній воді. Окрім цільового призначення, пестициди чинять також негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють з глобальними екологічними чинниками. На національному і міжнародному рівнях вивчаються методи, які дозволяють скорочувати потребу у пестицидах, наприклад органічне землеробство, біологічні методи захисту рослин.

Пестициди викликають багато проблем, пов'язаних із забрудненням, оскільки при розпиленні можуть потрапляти на навколишню територію, на людей і накопичуватися в ґрунті і корисних рослинах [9].

Застосування пестицидів може призводити до таких негативних наслідків як зменшення біологічної продуктивності, порушення функціонування ґрунтових мікробіоценозів, накопичення залишків пестицидів і їх похідних у поверхневих водних джерелах та ґрунтових водах, перешкоджати відновленню родючості, зменшення харчової цінності сільськогосподарської продукції тощо. Інтенсивність шкідливого впливу залежить від технології застосування пестицидів, способів обробки ґрунту або рослин. В ґрунті відбувається ряд процесів, що зменшують вміст у ньому агрохімікатів. Це біохімічне руйнування препаратів, перехід у рослину, випаровування в атмосферу, винос поверхневим і внутрішньо ґрунтовим стоком, фотохімічне руйнування, поглинання і трансформація ґрунтовими організмами. Сукупність цих процесів визначає стабільність агрохімікатів у ґрунті. Пестициди адсорбуються частинками ґрунту та гумусу, накопичуються в ґрунтових організмах, руйнуються хімічним чи біологічним шляхом, просочуються до рівня ґрунтових вод.

За даними Українського Науково–дослідного інституту ґрунтознавства і агрохімії, за минулі 100 років запаси гумусу в ґрунтах України зменшились в середньому на 25–30 %, а за останні 20 років на 10–15 %. Значні втрати гумусу призводять до ерозії ґрунту, негативно впливають на його фізичний стан,

зумовлюють погіршення структури ґрунту. Разом з тим досліді, проведені в основних ґрунтово–кліматичних зонах України, показали, що диференційовано використовуючи гній і мінеральні добрива, можна цілеспрямовано впливати на запаси гумусу в ґрунтах усіх видів. Однак це вимагає значних витрат.

В Україні екологічні наслідки деградації ґрунтів і погіршення їх якості особливо загострились у перехідному періоді від державної до ринкової економіки внаслідок використання земель як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації її витрат [10].

Під деградацією ґрунтів слід розуміти погіршення властивостей, родючості і якості ґрунту, яке обумовлене зміною умов ґрунтоутворення внаслідок впливу природних або антропогенних чинників. Це негативне явище супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури та зниженням родючості ґрунтів. Деградація ґрунтів, а нерідко і повне їх виключення із сільськогосподарського використання, відбувається внаслідок процесів водної та вітрової ерозії, дегуміфікації, декальцинації, переущільнення сільськогосподарською технікою, нераціональної експлуатації зрошувальних систем, яка призводить до підтоплення і заболочування, вторинного засолення й осолонцювання ґрунтів; через порушення агротехніки, заростання бур'янами та чагарниками, незбалансоване застосування мінеральних добрив, забруднення токсичними речовинами, радіонуклідами, нерегульоване випасання худоби. Розширене відтворення родючості ґрунтів і на цій основі підвищення врожайності сільськогосподарських культур можна здійснювати за рахунок оптимізації їх основних агрономічних властивостей.

Широке застосування мінеральних добрив завдало великої шкоди природному середовищу. Добрива поступово призводять до радіаційного забруднення природного середовища. Найменш небезпечні в цьому плані азотні добрива. Гірший стан справ із фосфорними добривами, які отримують із природної сировини. Разом з ними в добрива потрапляють, хоча й у невеликих кількостях, радіоактивні речовини, вони акумулюються в орному шарі ґрунту і в разі тривалого застосування таких добрив ґрунт набуває небезпечної радіоактивності. З таких ґрунтів радіоактивні

ізотопи поглинають рослини і вони потрапляють в біомасу врожаю. У системі застосування добрив важливо правильно визначити дози і співвідношення поживних речовин, вибрати оптимальні форми добрив, строки і способи їх внесення .

Високі дози добрив обумовлюють утворення нагромадження токсичних речовин у продуктивних органах рослин, що споживаються в їжу людьми і тваринами, що може призвести до їхнього отруєння. Вміст нітратів у кормових культурах більший за 2,8% є шкідливим для тварин, негативно впливає також концентрація 1,8 – 2,0% калію або 2,0 – 2,4% K<sub>2</sub>O. Внесений у ґрунт фосфор практично не вимивається. Використання його у великій кількості призводить до накопичення у ґрунтах фтору, стронцію, урану, радію. У ґрунтах світу накопичено близько 150 млрд. т азоту, а в чорноземах його 20 – 30 т на 1 га. Проте для рослин його не вистачає, тому що не всі азотні сполуки ними засвоюються. Увесь комплекс негативного впливу добрив на ґрунт умовно можна поділити на дві частини – руйнування родючості та забруднення ґрунту [11].

При виробництві мінеральних добрив використовується багато води, після чого вона забруднює землю та водоймища. Лише 10 % гірської маси, яку добувають для виробництва сировини, використовують у виробництві мінеральних добрив. У процесі переробки сировини на мінеральні добрива утворюються рідкі, тверді, газоподібні відходи, що негативно впливають на довкілля. Під впливом стоку мінеральних добрив змінюється хімічний склад підземних вод. Найшкідливішим є нагромадження в них нітратів. Наявність високої концентрації нітратів у питній воді чи продуктах харчування може спричинити гострі отруєння людей. Забруднення водоймищ значною мірою відбувається також за рахунок фосфору, менше – калію. Кількість калію, що попадає до ґрунтових вод незначна. При інтенсивному удобренні з орного шару вимивається 2 кг/га калію, з шару 20 – 40 см – 0,15 кг/га, з шару 60 – 70 см – його вимивається незначна кількість. У зв'язку з розширенням використання мінеральних добрив зростає забруднення ними водних джерел, оскільки значна частина їх вимивається з ґрунту. Внаслідок зв'язування мінеральних добрив у важкодоступні для рослин форми або вилуговування (вимивання) з орного горизонту втрачається близько 50–60 % внесеного нітрогену, 70–80 % фосфору і



50 % калію. Забруднення ґрунтових вод калієм, кальцієм і магнієм не становить загрози, проблема полягає у запобіганні вимивання нітрогену та фосфору.

### 1.5 Вплив на здоров'я людини від ХЗЗР

Очевидними є негативні наслідки застосування пестицидів для здоров'я людини, причому спостерігається тенденція до їх зростання, водночас у об'єктів, які пригнічуються пестицидами, спостерігається певна пристосованість до них. Сьогодні близько 500 видів комах вже стійкі до інсектицидів. Пристосованість до пестицидів виникає протягом 10—30 поколінь, підтверджуючи справедливість теорії еволюції Ч. Дарвіна: в процесі мікроеволюції виробляється нова властивість. Помічено, наприклад, що в колорадського жука виробляється імунітет до отрутохімікатів. Знаючи це, господарства в 10 разів перевищують концентрацію розчину, що згубно позначається на багатьох інших організмах.

Наявність пестицидів у продуктах харчування або їх потрапляння в організм іншими шляхами призводять до гострих отруєнь. Симптоми отруєння залежать від способу попадання в організм:

- при потраплянні через дихальні шляхи спостерігається утруднення дихання, потім ураження центральної нервової системи;
- при проникненні через шкіру, пестициди в місці надходження викликають м'язові фібриляції;
- при надходженні з продуктами харчування - спазми кишечника, нудоту, блювоту, діарею.

Повна клінічна картина отруєння являє собою загальне занепокоєння, головний біль, задишку. Більш важкі випадки отруєння призводять до сильних судом і паралічу. Гострі отруєння супроводжуються підвищенням температури тіла до 40 градусів і навіть вище. Постраждалі можуть відчувати сильний головний біль, спрагу, дзвін у вухах, марення, виникає почервоніння шкіри, можливе настання коми. Постійні надходження пестицидів в організм людини супроводжуються різким зниженням маси тіла, слуху, розвитком катаракти, алергічних реакцій.

Наявність пестицидів у продуктах харчування масового вжитку, таких як молоко, хліб, овочі і фрукти особливо небезпечні для дітей і людей похилого віку. Деякі види пестицидів здатні міститися в молоці тварин. Наслідки наявності пестицидів в продуктах харчування та воді при тривалому надходженні в організм людини, навіть у незначних дозах, призводять до загального ослаблення імунної системи.

У домашніх умовах знизити надходження пестицидів в організм можливо. Дуже важливо будь-які овочі і фрукти, куплені в магазині, добре промивати в проточній воді або на 10-15 хвилин замочувати в холодній воді. Садівникам і городникам, по можливості, зменшити використання пестицидів для обробки своїх угідь. Урожай можна зберегти, але чи можна його буде вживати в їжу? У наш час люди все більше починають замислюватися над своїм здоров'ям і тому тепер стає негативним ставлення більшості населення до "хімізованої" сільськогосподарської продукції. Тому є популярними екологічно чисті ("зелені") продукти, які вирощуються без інтенсифікаторів чи засобів хімічного захисту та сприймаються споживачем як безпечні для здоров'я.

Існує потенційна небезпека впливу пестицидів на організм вагітних жінок і розвиток плода. При попаданні пестицидів в організм вагітних може відбуватися пошкодження генетичних, нейрогуморальних, імунних, метаболічних та інших механізмів підтримання сталості гомеостазу організму. А це, в свою чергу, призводить до негативних наслідків як для організму самої вагітної, так і негативно впливає на розвиток плода.

Спостереження за здоров'ям жінок, зайнятих на сільськогосподарських роботах в умовах інтенсивного використання різних хлор- і фосфорорганічних пестицидів, виявило таку картину: порівняно з контрольними групами жінок, вагітність у них у 3 рази частіше ускладнюється токсикозом, збільшується число спонтанних абортів, частіше відбуваються передчасні пологи, гіпотрофія плода, мертвонароджуваність, аномалії розвитку плода. На це вказують дослідники з різних країн світу.

Про взаємозв'язок між інтенсивністю застосування пестицидів та ускладненнями вагітності та пологів свідчать дані О.К. Федорович і Л.Ю. Гончарової. Так, наприклад, у 60 обстежених вагітних загроза переривання вагітності становила 36,9%, гестоз — 35,4%, ранній токсикоз — 33,4%, анемії вагітних — 29,9%, загострення екстрагенітальної патології — 23,8%, супутні інфекції (ГРВІ, кольпіти та інш.) — 27,9%, фетоплацентарна недостатність — 13,3%, спонтанні викидні — 4,9%, передчасні пологи — 4,5%, внутрішньоутробна гіпотрофія плода — 7,5%, мертвонародженість — 4,5%, вроджені вади розвитку — 4,9%. За даними М.Х. Хамідова в узбецьких жінок-бавовнярів, які контактували під час вагітності з гексахлораном, вдвічі частіше спостерігались спонтанні аборти і мертвонароджуваність, а вади розвитку плодів мали місце у 17 разів частіше, ніж в контрольній групі. Дослідження, проведені Blatter В.М., свідчать про високий фактор ризику народження дітей з *spina bifida* у матерів, які працювали в сільському господарстві і мали професійний контакт з пестицидами (коефіцієнт кореляції 3,4 95% довірчий інтервал 1,3-9,0). Аналогічні дані були отримані Schwartz D.A. та LoGerfo J.P. відносно достовірно збільшеної кількості аномалій кінцівок серед дітей, народжених матерями в країнах з високим використанням пестицидів (коефіцієнт кореляції 1,9 95% довірчий інтервал 1,2-3,1) у порівнянні з ефектами з мінімальним впливом.

Дослідження, які проводились в Краснодарському краї, де інтенсивно використовувались пестициди, у 91,6% жінок під час вагітності в сечі та крові були виявлені хлорорганічні пестициди ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ, метафос), а також солі важких металів (ртуть, мідь, цинк, свинець) в різних концентраціях. За даними Corrion M.L. і співав. у крові вагітних жінок і пупочного канатика методом газової хроматографії/мас-спектрометрії виявлена наявність пропоскура, 3-феноксibenзойної кислоти і 1,1-дихлор-2,2-біс(п-хлорфенил)-етилена в концентраціях < 0,10-0,20 мкг/мл. За даними інших дослідників з Індії, Ізраїлю, Китаю, України в крові вагітних жінок, у яких сталися спонтанні аборти, було виявлено підвищені рівні ДДТ або його метаболіту. Прослідковується взаємозв'язок між концентрацією в крові вагітних ліндану, алдрину і спонтанними абортами. У

більшості жінок, які мали професійний контакт з пестицидами, спостерігався розвиток плацентарної недостатності. Розвиток плацентарної недостатності є важливим фактором, який призводить до передчасного переривання вагітності, патології плода і новонародженого. Підтвердженням плацентарної недостатності є зниження синтезу прогестерону, плацентарного лактогену, естрадіолу, структурних і гістохімічних змін у тканинах плаценти. У вагітних також було виявлено зниження імунобіологічної реактивності і сенсibiliзацію організму, про що свідчать зменшення концентрації IgM та IgG, Т-лімфоцитів, ЦК, підвищення рівня IgA, В-лімфоцитів, фосфатаз лейкоцитів, зниження активності СДГ і а-ГФДГ лімфоцитів.

Слід зауважити, що підвищена частота спонтанних абортів, мертвонароджуваності, аномалій розвитку плода мали місце і у жінок, які не мали професійного контакту з пестицидами, але проживали в районах з високим пестицидним навантаженням.

Таким чином, негативний вплив пестицидів на вагітну жінку позначається як на стані здоров'я самої жінки, так і на здоров'ї народженої нею дитини. У зв'язку з цим досить актуальною є проблема встановлення взаємозв'язку між організмом вагітної і ембріо/фетотоксичністю як наслідок впливу пестицидів. Головним джерелом інформації про можливі шкідливі ефекти пестицидів є результати, отримані в експериментах на лабораторних тваринах [12].

## 1.6 Вплив пестицидів і добрив на водні об'єкти

Учені ще десятиріччя тому попереджали про неминучість зараження пестицидами ґрунтових і підземних вод. Їх тривозі тоді не надали значення, а нині в різних штатах США близько третини артезіанських свердловин закрито для питного водозабезпечення через забруднення пестицидами. У нашій країні вміст пестицидів в артезіанських водах не контролюється.

Широке використання пестицидів під час обробки сільськогосподарських угідь є основним шляхом надходження його у водойми. Безпосереднє забруднення води річок пестицидами є небезпечним. При надходженні незначних концентрацій

певного пестициду у воду річок спостерігається зміна їх мікрофлори. Малі річки забруднені значно більше, ніж великі. Вони мають невисоку стійкість і низький потенціал самоочищення, отже, швидшими темпами деградують.

СОЗ (стійкі органічні забруднювачі) вважають найшкідливішими у світі забруднювачами та називають супертоксикантами XXI століття, бо вони мають свержкумулятивну активність (період напіввиведення із організму від 5 до 15 років) та високу токсикологічну небезпеку для тварин і людини на генетичному рівні. Ці речовини навіть у доволі мізерних концентраціях (0,001–0,01 мг/дм<sup>3</sup>), значно погіршують органолептичні властивості води і є дуже токсичними для флори та фауни річок. Хлорорганічні сполуки мають велику здатність до адсорбції. Вони добре адсорбуються донними відкладами, тому в природних водах їх вміст необхідно контролювати не лише у воді, але і у донних відкладах (мул, пісок, глина тощо).

Забруднення природних вод біогеними елементами за рахунок добрив і ґрунту виникають під час порушення агрономічної технології застосування добрив. Особливо у тих господарствах, де культура землеробства знаходиться на низькому рівні. Тому, щоб не допускати забруднення й еутрофікації природних водойм, застосування добрив та інших хімічних засобів слід проводити відповідно до біологічних вимог рослин при дотриманні відповідних норм, співвідношень поживних речовин [13].

## 2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ ВПЛИВІВ ДОБРІВ ТА ПЕСТИЦИДІВ НА ЖИВІ ОБ'ЄКТИ

### 2.1 Методи аналізу пестицидів у ґрунті

Аналіз пестицидів у ґрунті складається з наступних основних етапів: 1) відбір проб і підготовка їх до аналізу; 2) екстракція і очищення; 3) ідентифікація та кількісне визначення пестицидів; 4) розрахунки і математична обробка даних.

Запропоновані різноманітні методи аналізу пестицидів з використанням газової хроматографії, тонкошарової хроматографії, спектрофотометрії та полярографії.

Першим етапом в аналізі пестицидів ґрунту є їх відділення від землі. При цьому необхідно виділити по можливості більшу кількість пестицидів та їх метаболітів за досить короткий час. Більшість широко використовуваних пестицидів розчинні в неполярних розчинниках і тому можуть бути вилучені екстракцією. Водорозчинні гербіциди і метаболіти зазвичай екстрагують спеціальними методами. Проби ґрунту найчастіше відбирають вологими і висушують перед аналізом, що іноді веде до втрат пестицидів за рахунок випаровування.

Багато з сучасних методів аналізу пестицидів засновані на реакціях утворення забарвлених продуктів. При цьому екстракти з тканин рослинного і тваринного походження можуть заважати двояким чином: вони можуть перешкоджати реакції пестициду з реагентом або, що більш імовірно, самі можуть давати з цим реагентом пофарбовані продукти, зазвичай жовті або коричневі. Для досягнення необхідної чутливості визначення більшу частину таких що заважають аналізу речовин потрібно видалити.

У більшості випадків при аналізі пестицидів зміст нерухомої фази не перевищує 10%, а при використанні інертних носіїв коливається від 0,1 до 3% - При газохромато-графічному аналізі слід мати на увазі, що при кількості фази менше 5% температура колонки зазвичай менше мінімальної температури компонентів аналізованої суміші. При вмісті нерухомої фази 5% температура колонки дорівнює

мінімальній температурі кипіння компонентів. Якщо кількість фази досягає 10%, то температура колонки дорівнює середній температурі кипіння компонентів. Нарешті, при нанесенні 30% фази температура колонки повинна відповідати максимальній температурі кипіння аналізованих речовин. Однак це правило умовно і відноситься в основному до неполярних силікону. Тим не менше при виборі кількості фази потрібно враховувати летючість проби [14].

## 2.2 Методи аналізу пестицидів у водних об'єктах

Вивчення пестицидів з метою санітарної охорони водоймищ є багатостороннім комплексним дослідженням, що повинно включати токсиколого-гігієнічну оцінку пестициду, гігієнічну оцінку поведінки пестицидного препарату та його діючої речовини у водному середовищі, обґрунтування класу небезпечності діючої речовини за показником "стабільність у воді" згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 та розробку гігієнічного нормативу пестициду у воді водоймищ господарсько-питного та культурно-побутового призначення.

Токсиколого-гігієнічна оцінка пестициду проводиться на підставі досьє щодо досліджуваного препарату, нормативної та методичної документації, аналізу наукової літератури за медико-біологічним і хімічним напрямками.

Розробка гігієнічного нормативу діючої речовини і, за необхідністю, її метаболітів у воді (ОДР — орієнтовного допустимого рівня або ГДК — гранично допустимої концентрації) повинна включати дослідження щодо характеристики досліджуваної речовини за основними трьома показниками шкідливості: впливом на органолептичні властивості води, загальний санітарний режим водоймищ та здоров'я населення.

Експериментальні дослідження щодо впливу на органолептичні властивості води та загальний санітарний режим водоймищ проводяться згідно з діючими методичними документами.

Схема лабораторних досліджень включає встановлення впливу діючої речовини і її метаболітів на запах, присмак, кольоровість, мутність та здатність до

піноутворення водних розчинів; характер та інтенсивність процесу біохімічного споживання кисню як найбільш значимого показника здатності водоймищ до самоочищення від органічного забруднення; вміст розчиненого кисню; стан процесів амоніфікації і нітрифікації азотовмісних органічних сполук (вміст азоту амонійних солей, азоту нітритів та нітратів); динаміку розвитку та відмирання водної сапрофітної мікрофлори; вплив хлорування на органолептичні властивості води, яка містить діючу речовину та метаболіти. На основі статистичної обробки отриманих даних визначаються, за лімітуючими показниками шкідливості (органолептичним і загальносанітарним), порогові концентрації діючої речовини.

Розрахунок максимально недіючої концентрації пестициду в воді за санітарно-токсикологічною ознакою здійснюється на підставі величини допустимої добової дози діючої речовини з урахуванням маси тіла людини та середньодобового вживання води.

Обґрунтування величин гігієнічних нормативів у воді водоймищ обов'язково проводиться на базі наукового аналізу результатів проведених досліджень за трьома вищезазначеними показниками шкідливості діючої речовини і її метаболітів.

Для проведення хіміко-аналітичних досліджень акредитована установа МОЗ України повинна мати спеціалізовану аналітичну лабораторію, оснащену сучасними засобами вимірювальної техніки, випробувальним обладнанням, а також висококваліфікованими фахівцями, що атестовані на право пробопідготовки та виконання вимірювань залишкових кількостей пестицидів у воді. Хіміко-аналітичні дослідження повинні виконуватись згідно офіційно затверджених методик з визначення залишкових кількостей пестицидів у воді чи згідно гармонізованих міжнародних стандартів. Кожна методика, яка використовується для проведення хіміко-аналітичних досліджень, має бути оцінена на придатність (валідована), що має бути підтверджено відповідними протоколами оцінки придатності [15].

Для оцінки реальної небезпеки залишкових кількостей пестицидів у воді загальноприйнятною є оцінка ризику. Класична оцінка ризику складається з декількох етапів:

- ідентифікація шкідливого фактору;



- оцінка експозиції;
- оцінка залежності "доза-ефект";
- характеристика ризику.

### 2.3 Методи відбору проб ґрунту

Відбір проб проводять за ГОСТ 17.04.4.02.– 84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Суть методу полягає в відборі проб ґрунту на різних глибинах з послідуочим їх аналізом. Для цього використовується бур, пластикове відро, коробка для проб.

Відбирання зразків проводять при хорошій погоді, вранці до настання спеки, або в кінці дня (приблизно в один і той же час). Умови відбору зразків з однієї ділянки повинні бути однаковими. Проба повинна бути максимально сухою.

Якщо рельєф ділянки однорідний (а), то пробу ґрунту відбирають за методом конверта - розташовують точки по діагоналі через однакову відстань. Кожну відібрану пробу розминають руками, видаляють камінці та залишки коріння рослин, кидають у відро для відбору проб.

Якщо рельєф ділянки неоднорідний (б), то ділянку умовно розділяють на ту кількість частин, яка відповідає зміні рельєфу. З кожної умовно виділеної ділянки відбирають середню пробу ґрунту за методом конверта або серпантина. (рис 2.1)

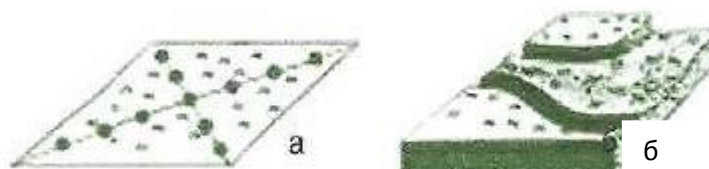


Рисунок 2.1 – Метод відбору проб ґрунту

Точки спостережень та відбору проб на різні показники розташовуються на лініях маршрутів через 100-500-1000 м. Орієнтація профілів обирається таким чином, щоб вони проходили через усі типи ландшафтів, геоморфологічних елементів і геологічних структур. Розташування точок для відбору проб здійснюється більш-менш рівномірно, через 0,1-0,5-1 км. Необхідно дотримуватись класичної норми картографічної науки – розміщення хоча би трьох точок на кожному 1 см<sup>2</sup> карти.

Для визначення внутрішнього циклу надходження забруднювачів у ґрунти відбір проб проводиться на 2-3 репрезентативних ділянках, де проби ґрунтів відбираються три рази (кінець лютого, початок травня, жовтень місяць). Швидкість міграції забруднювачів по вертикалі та на глибину, їх максимальна концентрація визначаються на цих же ділянках при опробуванні ґрунтового профілю на всю його потужність (товщину) від 0 до літогенної основи, через 5 см. Зразки проб ґрунтів з проблемних, з екологічної точки зору, ділянок відбираються в будь-який час, але з промерзлих і затоплених ґрунтів їх не рекомендують відбирати, оскільки виникають труднощі для отримання репрезентативної, (опосередкованої) проби.

Вздовж діагоналі ділянки (метод конверта) відбирається буром проби кожні 100–150 м. Кожну пробу потрібно розім'яти руками, видалити корені та інші чужородні тіла та кинути у відро. Необхідно записати номери проб та позначити на карті місця відбору проб.

Визначення концентрацій пестицидів проводять згідно державного стандарту СОУ 74.3 – 37 – 354:2005 «Визначення фосфорорганічних пестицидів у воді, ґрунті, рослинах методом кількісної тонкошарової хроматографії» Висушування проб не проводять, оскільки це може вплинути на кількісне визначення летких органічних пестицидів. Суть методів заключається в розчиненні проб в розчині (гексан:ацетон = 9:1) та екстрагуванні пестицидів. Далі за допомогою хроматографічних методів розділяють пестициди та за величиною і площею піку на хроматограмі визначають концентрацію пестициду.

Іншим методом визначення є метод що базується на ДСТУ ISO 10382:2004 «Якість ґрунту. Визначення хлорорганічних пестицидів та поліхлорбіфенілів.

Газово–хроматографічний метод з детектуванням захопленням електронів». На відміну від методу тонкошарової хроматографії використовують газову 41 хроматографію. Точність цього методу вища, але й вартість досліджень вища

Обов'язковою умовою є зазначення часу відбору проби. Згідно методичних рекомендацій Є.О. Яковлева, зразки відбираються на відкритій ділянці, що віддалена від дороги не менше ніж на 50 м, по конверту розміром 5x5 м, і об'єднуються в одну пробу. При відсутності непорушених земель проби відбираються на антропогеннозмінених ґрунтах на глибині 20-30 см. Вага проби повинна складати 0,5 кг [16].

Зразки проб ґрунтів відбираються за допомогою спеціальних інструментів (пробовідбірника або бура). Такі інструменти необхідні для відбору проб ґрунтів на глибині більше ніж 15 см. Відібрані проби ґрунту максимально швидко направляють до аналітичної лабораторії. Обробка зразків ґрунту не менш важлива ніж сам процес відбору проб. Від відібраної проби відділяють зразок не менше ніж 0,5 кг і відправляють висушувати в спеціальних шафах при температурі від 35-40°C. Дозволяється висушування зразків ґрунту в умовах природної температури. Далі дослідження проводять за допомогою аналітичних методів.

## 2.4 Методи відбору проб водних об'єктів

Відбирання проб води має свою специфіку і під час його планування необхідно дотримуватися головних принципів та обов'язково враховувати специфіку водойм. Дуже важливим є встановлення та дотримання чітких вимог щодо відбирання проб. Одним із основних шляхів надходження забруднювальних речовин до водойм є стічні води, які безпосередньо впливають на склад води у водоймах і змінюють їх властивості.

Під час відбирання проб води враховується багато специфічних обставин, які є визначальними для певного водного об'єкта і зумовлені його фізико-географічними та гідробіологічними особливостями, а також можливим антропогенним впливом на формування якості води. Умови, яких потрібно дотримуватися під час відбирання

проб води, настільки різноманітні, що неможливо надати детальні рекомендації для всіх випадків.

Виділяють головні принципи, яких слід дотримуватися під час відбирання проб із водних об'єктів: відбір проб повинен проводитися з урахуванням специфіки водного об'єкта (морфологія, гідрологія і т.п.) та специфіки контрольованих речовин (розчинена, зважена, колоїдна, плівкова, "жива"). Проби або серія проби води, відібрані для аналізу, повинні характеризувати стан води у водному об'єкті або його частині (у місці відбирання) за певний проміжок часу, тобто мають бути характерними для певного водного об'єкта у місці їх відбирання; у процесі відбирання, попередньої обробки, зберігання і транспортування проби не повинно відбуватися істотних змін хімічного складу і властивостей води, тобто відбирання проб, їх транспортування, зберігання та подальшу обробку необхідно виконувати так, щоб запобігти зміні вмісту компонентів, що будуть визначатися, і властивостей води; об'єм проби води має бути достатнім для виконання всіх запланованих досліджень. Залежно від мети досліджень та кількості визначальних компонентів він може коливається від 1 до 20 дм<sup>3</sup>.

Під час проведення аналізу простих проб, встановлюють хімічний склад води та її властивості у певному місці і на час відбирання проби.

Змішані проби характеризують середній хімічний склад води певного об'єкта у просторі або за певний інтервал часу. Якщо у різні місця відбирання проб є рівноцінним з погляду формування хімічного складу води, то пробу отримують змішуванням однакових об'ємів простих проб. Змішані проби не можна готувати для визначення показників, які швидко змінюються з часом, наприклад для визначення вмісту розчинених газів, питомої електропровідності (Eh), каламутності води.

У випадку, коли зазначені умови не виконуються, то готують так звану середню пропорційну пробу шляхом змішування різних об'ємів простих проб з урахуванням різних концентрацій компонента, що буде визначатися, у простих пробах, що змішуються. Наприклад, попередніми дослідженнями встановлено, що концентрація певного компонента у середній частині водосховища удвічі менша, ніж біля правого берега, і утричі менша, ніж поблизу лівого. Тоді середню

пропорційну пробу готують змішуванням об'ємів води із середньої частини водосховища (V1), неподалік правого (V2) та лівого (V3) берегів у співвідношенні  $V1 : V2 : V3 = 1,00 : 0,50 : 0,33$ . Середня пропорційна проба характеризує середній хімічний склад води за певний інтервал часу, її не рекомендується готувати довше однієї доби.

Відбирання проб води може бути одноразовим (нерегулярним) або серійним (регулярним). Одноразове відбирання застосовують в основному під час аналізу глибинних підземних вод, хімічний склад яких досить стабільний у часі, просторі та за глибиною. Одноразове відбирання використовують також для періодичного контролю якості поверхневих вод, для яких раніше були встановлені закономірності зміни концентрацій компонентів, що визначаються, і мета аналізу полягає тільки у виявленні можливих відхилень від встановлених закономірностей.

Надійну та імовірну інформацію про хімічний склад та властивості поверхневих вод суходолу отримують під час серійного відбирання проб, які узгоджують між собою, з урахуванням місця і часу відбирання. Найпоширеніші варіанти серійного відбирання проб води такі:

- зональне відбирання, за якого проби води відбирають за певною схемою у різних місцях природного водного об'єкта та з різних глибин. Аналіз таких проб дає змогу виявити закономірності зміни хімічного складу та властивостей води у просторі;
- відбір проб через певні інтервали часу (сезон, декада, доба, година) з метою з'ясування закономірностей зміни якості води з часом;
- погоджені проби, які відбирають у різних місцях за течією річки з урахуванням часу проходження води від одного пункту до іншого. На основі їх аналізу оцінюють напрямок та інтенсивність перебігу фізичних, фізико-хімічних і біологічних процесів, які спричиняють зміну хімічного складу води. Ці процеси можуть викликати так зване самоочищення або самозабруднення природних вод

Для відбору проб води використовують спеціальні пристрої - батометри різних систем. Батометр має відповідати таким вимогам:

- вода, яка проходить крізь батометр, не повинна в ньому затримуватись;

- батометр має щільно закриватися, щоб проба води в ньому не контактувала із зовнішньою водою;
- матеріал пробовідбірника має бути хімічно інертним.

## 2.5 Обладнання для аналізу пестицидів (хроматографи)

Хромато́граф — прилад вимірювальної техніки, призначений для вимірювання компонентного складу газу. Принцип дії ґрунтується на різній сорбції складових частин яким-небудь адсорбентом. (рис 2.2)

Зазвичай хроматографи ділять на дві великі групи - газові та рідинні, за типом використовуваного елюенту. У газових хроматографах елюентом (газом-носієм) виступає газ (як правило, інертний, в основному використовуються водень, гелій, азот і аргон), в рідинній хроматографії носієм є рідина (як правило, органічні розчинники, вода і водні розчини використовуються в особливих видах хроматографії, наприклад, в гель-фільтруючої).



Рисунок 2.2 Хроматограф

Хроматографія — метод розділення, аналізу і дослідження сумішей речовин, що ґрунтується на різному розподілі речовин в динамічних умовах між рухомою і нерухомою фазами (на різній сорбції складових частин яким-небудь адсорбентом). Розрізняють: за середовищем, в якому відбувається розділення (газова і рідинна); за механізмом розділення (молекулярна, йонообмінна, осадова і розподільча); за

технікою проведення розділення (колонкова, капілярна, тонкошарова і хроматографія на папері, HPLC (ВЕРХ, ВисокоЕфективна Рідинна Хроматографія)). Широко використовують при аналізі корисних копалин, гірських порід і мінералів у технологічних процесах для очищення і опріснення води, для отримання речовин високої чистоти. У нафтовій аналітичній практиці широко застосовуються різні види на алюмосилікатних сорбентах і на спеціальному хроматографічному папері. Інша назва — хроматографічний аналіз.

Тонкошарова хроматографія. Аналітична тонкошарова хроматографія широко застосовується в органічній хімії для поточного аналізу сумішей (сумарний час експерименту 2-10хв). Нерухомою фазою служить силікагель нанесений на пластинку (найчастіше товсту алюмінієву фольгу). Як рухомих фаз застосовують органічні розчинники. Набір гептан<етилацетат<метанол дозволяє елюювати більшість сполук. Часто також застосовують етер та хлороформ.

Колонкова хроматографія. Один з основних способів очистки органічних речовин в сучасній синтетичній практиці. Силікагелем набивають скляну колонку завтовшки 5-50 мм. Зверху наносять малу кількість концентрованого р-ну суміші, а потім починають елюювання аналізуючи час від часу розчин, що виходить через малий отвір знизу колонки.

Різновид адсорбційної хроматографії, де розчин, що містить суміш речовин, пропускається через вузькі трубки, наповнені стаціонарною фазою. Оскільки різні речовини в суміші мають різну спорідненість щодо стаціонарної фази, то вони проходять через трубку з різними швидкостями, що дозволяє їх розділити, проаналізувати або й зібрати при виході з трубки.

HPLC (ВЕРХ) HPLC (ВЕРХ, ВисокоЕфективна Рідинна Хроматографія) використовує прикладання зовнішнього тиску для прискорення проходження рідини через колонку. Це дозволяє застосовувати наповнювач з часточками меншого розміру й прискорює розділення. Препаративні хроматографи для розділення органічних речовин працюють при тиску порядку 100—600 бар з металевими колонками діаметром 0.5-4.6 мм (найчастіше використовують діаметром 2.1 та 4.0 — 4.6 мм) та довжиною 15-300 мм. Як нерухомих фаз застосовують ліпофільно-

модифікований силікагель (оберненофазна хроматографія), тоді як рухомою фазою слугують суміші води та органічного розчинника (найчастіше ацетонітрилу). ВЕРХ застосовують як для аналізу, так і для розділення сумішей. Типовий час експерименту 2-30хв.

Афінна хроматографія. Для розділення біологічних зразків часто застосовують модифікування нерухомої фази речовиною, що вибірково зв'язується з сполукою, що цікавить експериментатора. Так, наприклад, очистка антитіл може проводитись на колонках з сефарози модифікованої протеїном.

Розподільча хроматографія. Хроматографія, в якій розділення компонентів суміші опирається на різниці їх розчинностей у нерухомій фазі (газова хроматографія) або на відмінності їх розподілу між незмішуваними фазами — рухомою і нерухомою, яка нанесена на твердий носій (рідинна хроматографія).

Адсорбційна хроматографія. Метод розділення, аналізу та фізико-хімічного дослідження речовин, заснований на різниці в швидкостях руху зон різних компонентів, що переміщуються з потоком рухомої фази (елюенту) через шар нерухомої фази з відповідно підібраними сорбуючими властивостями. Розділення речовин в сумішах ґрунтується на відмінностях адсорбційних спорідненостей компонентів до поверхні активного твердого тіла. У залежності від стану, в якому перебуває елюент, розрізняють рідинно- або газо-твердофазну хроматографію.

Двовимірна хроматографія. Хроматографія (паперова і тонкошарова), де використовується елюювання із вимушеним рухом компонентів послідовно у взаємоперпендикулярних напрямках (звичайно зі застосуванням різних елюентів).

## 2.6 Методи аналізу вмісту добрив у об'єктах довкілля

Оптимальний ріст рослин залежить від кліматичних факторів (світловий, тепловий, водний, атмосферний режими), забезпеченості поживними речовинами, а також від структури та кислотності ґрунтів, вмісту в них гумусу та інших властивостей. Всі ґрунти мають запас поживних речовин, але більша їх частина



знаходиться в малодоступній формі. Тому для оптимізації живлення рослин в ґрунт вносять добрива.

Добрива – основа підвищення кількості та якості сільськогосподарської продукції. Їх доцільне використання покращує родючість ґрунтів, підтримує позитивний баланс біогенних елементів та гумусу. Близько 50 % загального врожаю одержують за рахунок добрив. Правильне застосування їх дає змогу активно втручатися у кругообіг речовин на Землі, створювати, зокрема, позитивний баланс поживних речовин у землеробстві.

У процесі планування потреби в добривах сільськогосподарські підприємства застосовують розроблені науково-дослідними установами зональні, диференційовані за типами ґрунтів нормативи (норми внесення гною, азотних, фосфорних і калійних добрив на 1 га посівів для одержання врожаю в певних інтервалах, норми витрат добрив на одиницю продукції для культур, норми виносу азоту, фосфору і калію з урожаєм сільськогосподарських культур). Ці норми мають задовольняти потребу рослин у поживних речовинах, високу окупність використання добрив, забезпечити виробництво доброякісної продукції, розширене відтворення родючості ґрунту, запобігати шкідливій дії добрив на довкілля і якість продукції.

Такі нормативи розробляють для окремих природних регіонів, і вони відповідають умовам тих господарств, де експериментально розробляються. Однак умови використання добрив неоднакові не тільки в господарствах, а й у бригадах і на окремих полях. До того ж нормативи встановлюють, як правило, для значних інтервалів урожайності (наприклад, для кормових коренеплодів 500—700, цукрових буряків 350—450 ц/га). Більша межа інтервалу перевищує меншу на 20—40 %.

Тому в господарствах, беручи за основу вказані нормативи, доцільно визначати норми внесення добрив для одержання запланованого врожаю, користуючись одним із варіантів балансового методу. При цьому потребу в добривах обчислюють окремо для кожного їх виду (азотні, фосфорні, калійні), а норму внесення кожної поживної речовини (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) визначають за виносом поживних речовин з урожаєм з урахуванням наявності даної речовини в ґрунті,

коефіцієнтів використання поживної речовини з мінеральних добрив і ґрунту, користуючись формулою:

$$N = \frac{Y \cdot B - M \cdot K_{\Gamma}}{K_{\text{д}}}$$

де  $N$  — норма внесення з добривами конкретної поживної речовини, кг/га;  $Y$  — планова врожайність культури, т/га;  $B$  — винос поживної речовини з ґрунту урожаєм основної та побічної продукції, кг/т основної продукції;  $M$  — вміст доступних форм даної поживної речовини в ґрунті, кг/га;  $K_{\Gamma}$ ,  $K_{\text{д}}$  — коефіцієнти використання поживної речовини відповідно з ґрунту і добрив, %.

## 3 ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ НЕПРИДАТНИХ ХЗЗР

### 3.1 Оцінка впливу пестицидів на фітопланктон

Фітопланктон — частина планктону, що представлена рослинними організмами, що мають пристосування для ширяння у товщі водної маси.

Вплив пестицидів на фітопланктон потребує подальших досліджень, однак виявлено, що загальним для них є порушення процесу фотосинтезу та акумуляція. В свою чергу, це провокує явища задухи у водоймах та отруєння риб-планктонофагів. На всіх представників, що переважають у складі фітопланктону прісних водойм — водоростей, представників класу діатомей (*Bacillariophyceae* Naeske, 1878), типу синьозелених, або ціанобактерій (*Cyanobacteria*), та відділу зелених (*Chlorophyta*), ці хімічні сполуки мають альгіцидний вплив навіть за мікрограмових концентрацій. Загалом, ефект впливу пестицидів залежить від того, в якій формі вони потрапили у водойму. Наприклад, перебуваючи в розчиненому або завислому стані, пестициди викликають менший токсичний ефект, ніж у поєднанні з іншими речовинами. Найбільш небезпечними є їх поєднання з нафтою, нафтопродуктами та поверхнево-активними речовинами (ПАР) — в цих випадках вони виявляють високу проникну здатність.

Наведемо деякі приклади впливу найбільш вживаних або існуючих у вигляді токсичних відходів в Україні пестицидів на фітопланктон прісноводних водойм. Дерозал, аналог карбендазиму ( $C_9H_9N_3O_2$ ), який було описано вище, має неоднозначний вплив на фітопланктонні угруповання. Оскільки він викликає загибель більшості зоопланктонних видів, чисельність фітопланктону зростає. Крім того, за його дії зареєстровано підвищення хлорофілу «А» ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ), пігменту, який життєво необхідний для фотосинтезу в клітинах еукаріот (*Eukaryota*), ціанобактерій (*Cyanobacteria*) та прохлорофітів або дроб'янок (*Prochlorales*), завдяки своїй здатності віддавати активні електрони в електронтранспортний ланцюг для оксигенного фотосинтезу.

Сульфеніли — похідні сечовини — є класом системних гербіцидів, які були розроблені у 70-х роках ХХ ст., і з тих пір постійно вдосконалюються. Хоча їх частина (діурон, метоксурон, моноліурон, метабромурон, ліурон, фторметурон, хлорбромурон) вийшла з загального вжитку, однак інші широко розповсюджені.

Зокрема, моноліурон ( $C_9H_{11}CN_2ON_1N$ ) та фігон ( $C_{10}H_4O_2C_2$ ) використовують як модельні сполуки в дослідженнях. На українському ринку пестицидів досить розповсюджений діурон. Зазначені пестициди знижують вміст кисню у воді, причому найбільшу токсичність має діурон — за його внесення у водойму за концентрації 1,25 мг/л насиченість води киснем знижується до 30%. Механізм токсичної дії полягає у блокуванні флавінових ферментів, наслідком чого є інгібування процесу фотосинтезу. Токсична дія цих сполук зазвичай не має глибокого та незворотного впливу на фітопланктон. Зокрема, ці пестициди виявляють альгістатичний ефект на фізіолого-біохімічні процеси в організмі синьозелених водоростей, але у нитчастих водоростей — улотриксу (*Ulotrix*), кладофори (*Cladophora*) та спірогіри (*Spirogyra*) — вони викликають загибель.

Похідні триазинів (1,2,4-триазинони та 1,3,5-триазинони) — це селективні гербіциди, синтезовані в 50-х роках. Розрізняють хлорзаміщені симетричні триазини (симазин, атразин, пропазин), метилтіозаміщені сим-триазини (прометрин, тербутрин) та несиметричні триазини (метамітрон, метрибузин). Хоча більшість з них не є рекомендованими для використання, однак вони все ще знаходять своє застосування, зокрема в Україні — при вирощуванні кукурудзи. Більшість з них дуже погано розчинні у воді сполуки, саме тому при потраплянні їх у водойму спочатку гине мікрофітобентос, який можна використовувати як біоіндикатор. За концентрації 100 кг/га чисельність мікрофітобентосу знижується за одну добу з 2,6 млн. клітин на 10 см<sup>2</sup> до 0,2 млн. клітин на 10 см<sup>2</sup>

Таку концентрацію пестициду мікрофітобентос витримує до 9 діб. Стосовно фітопланктону, похідні триазинів за концентрацій до 2 мг/л мають до певної міри вибіркову дію, а за вмісту від 2 до 10 мг/л вони викликають загибель нитчастих та протококових (*Protococophyceae*, або *Chlorococophyceae*) водоростей. За довготривалого застосування (близько 3-х років) симазину та атразину

фітопланктонні організми майже повністю зникають з біоценозу. ХОС, стосовно яких вже було зазначено вище, пригнічують фотосинтез фітопланктону на 75–95% за концентрації понад 1 мкг/л та стають летальними за концентрацій понад 10 мкг/л. При розчиненні в нафті та нафтопродуктах їх токсичний вплив на фітопланктон посилюється.

Хлоровані похідні фенолів (наприклад, альдрин, арохлор) — це активні пестициди. Вони надходять у прісні водойми кількома шляхами: зі стічними водами (первинне забруднення водойм), акумулюючись як продукт трансформації хлорвмісних пестицидів, або утворюючись при взаємодії гіперхлорованих стічних вод з ароматичними сполуками (вторинне забруднення). Незалежно від шляху їх утворення, вони здатні до акумуляції та інтоксикації в представниках фітопланктону. В першу чергу, вони викликають загибель представників перифітону, синьозелених та зелених водоростей

### 3.2 Аналіз отриманих спектрів досліджуваних розчинів

У хлоропластах та інших структурах, які характерні для фотосинтезуючих організмів, міститься хлорофіл *a*, він є основним пігментом. Довжини хвиль, які є характерними для нього складають  $\lambda = 430$  нм, 663 нм. Оскільки об'єктом досліджень є фітопланктон, які є зеленими водоростями, то значна увага приділяється їм. Вони містять хлорофіл *b*, довжини хвиль спектру складають 435 нм та 645 нм.

Вибір характеристичних довжин хвиль для дослідження зразків фітопланктону водних екосистем залежить від спектральних залежностей відносних показників поглинання пігментів фітопланктону (див. рис. 3.4). Від складу пігментів залежать й спектральні характеристики поглинання світла фітопланктоном різних видів.

На рисунку 3.4 наведені спектральні залежності відносних показників поглинання для трьох основних відділів фітопланктону.

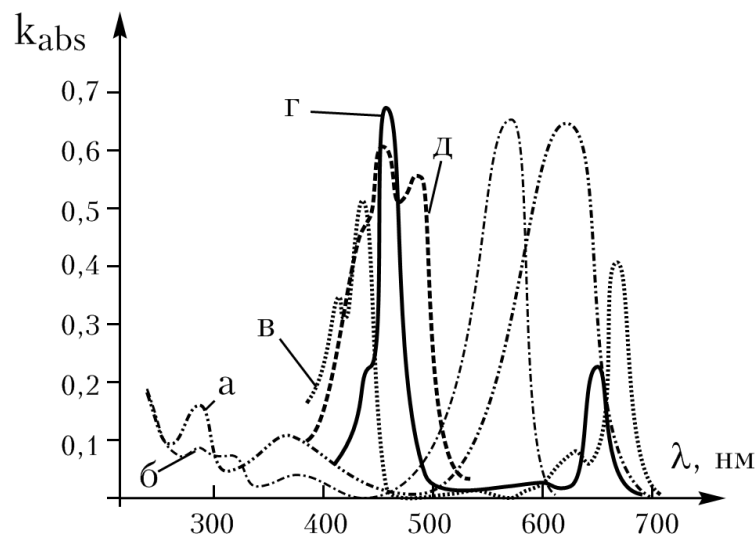


Рисунок 3.4 – Спектральні залежності відносних показників поглинання пігментів фітопланктону: а – фікоціанин, б – фікоеретрин, в – хлорофіл *a*, г – хлорофіл *b*, д – бета каротин

Відповідно методиці дослідження проводилось після 96 годин від моменту виготовлення робочих розчинів. Вимірювання коефіцієнта пропускання  $T$  здійснювалося на фотометрі КФК-2 на різних довжинах хвиль  $\lambda$  (рис. 3.5).



а)



б)

Рисунок 3.5 – Фотометр (а) та досліджувані розчини (б) після 96 годин відстоювання

В результаті вимірювання були отримані різні значення коефіцієнтів пропускання для контрольного зразка та для розчинів із доданими пестицидами (таблиці 3.4 – 3.5).

Таблиця 3.4 – Результати проведеного вимірювання для контрольного зразка

Довжина хвилі $\lambda$ , нм	Значення коефіцієнта пропускання T, %
315	5
364	6
400	10
440	16
490	17
540	22
670	21
750	23

Таблиця 3.5 – Результати проведеного вимірювання для розчинів із доданими пестицидами

Вид пестициду	Довжина хвилі $\lambda$ , нм	Значення коефіцієнта пропускання					
		T, %					
		Колба №1	Колба №2	Колба №3	Колба №4	Колба №5	Колба №6
Карбезим	315	0,1	4	1	5	0,4	0,4
	364	0,2	6	1,1	9	0,5	1
	400	1	8	3	2	2	3
	440	1,1	9	3,1	2,1	1	3,1
	490	2	12	5,2	2,3	2	4,9
	540	4	15	6	1,8	4	4
	670	5	12	7,5	2,8	3	5,1
	750	5,2	16	7,6	3	3,5	5,9
Бі-58	315	0,1	0,1	0,1	0,1	1	1
	364	0,5	0,2	0,5	0,2	2	2
	400	0,4	0,3	0,4	0,1	1	0,5
	440	1,1	1,1	1,1	1	2	3
	490	1,2	0,9	0,9	2	1	1
	540	2	1,2	1	3	3	0,5
	670	1	0,1	0,9	2	3	2
	750	1,9	1,8	1,1	5	1	1

На основі отриманих результатів побудували графіки залежності коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для різних концентрацій пестицидних препаратів (рис. 3.6).



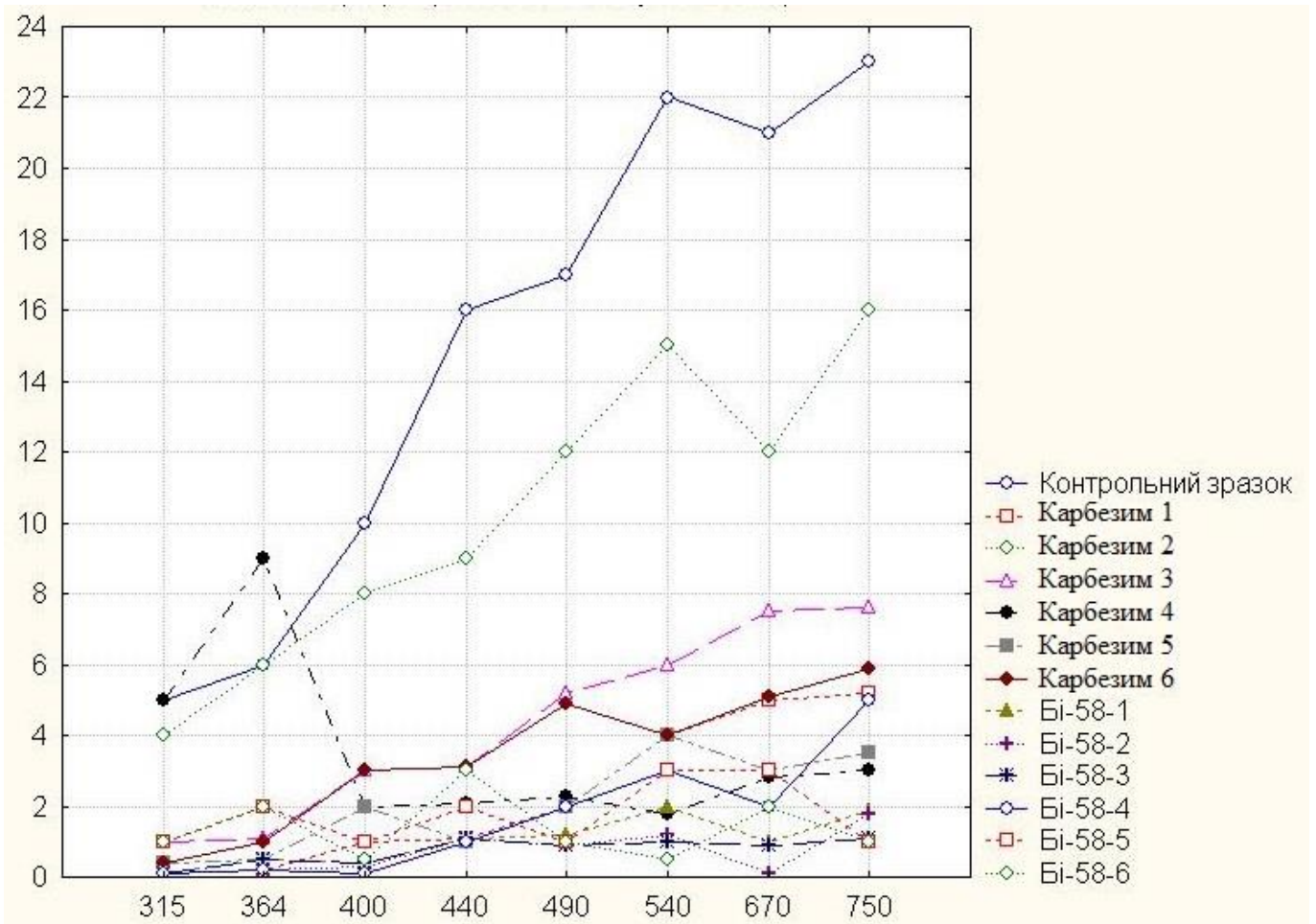


Рисунок 3.6 – Графіки залежностей коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для різних концентрацій пестицидних препаратів

Як видно з отриманих залежностей, можна відзначити, що в контрольному зразку високі значення коефіцієнта пропускання в межах 5-23%, оскільки у ньому відсутні пестицидні препарати. У колбах із доданим Карбезимом значення  $T$  коливається в межах 0,1 – 16%, у колбах з доданим Бі-58 ці значення невеликі, в межах 0,1 – 5%.

Відтак, нижчі значення коефіцієнтів пропускання по відношенню до контрольного зразку можна пояснити тим, що взаємодія пестицидних препаратів з частинками фітопланктону призводить до утворення мутних клатратів та продуктів взаємодії пестицидів з фітопланктоном. В результаті цієї взаємодії продукти з часом осідають і розчин світліє. Це ще раз підтверджує те, що пестицидні препарати згубно діють на фітопланктон, суттєво зменшуючи його концентрацію. Отже,

фітопланктон в даному випадку є серйозним індикатором забруднення водних об'єктів, зокрема, басейну річки Дохни.

### 3.3 Оцінка екологічного ризику використання пестицидів та агрохімії

Екологічні ризики в агроекосистемах пов'язані із внесенням пестицидів, засобів захисту рослин, системою обробітку ґрунту. Під екологічним ризиком розуміють імовірність настання події, що має несприятливі наслідки для природного середовища. Для пестицидів це поняття можна трактувати як імовірність прояву їх екологічної небезпеки (насамперед токсичності) в реальних умовах навколишнього середовища і регламенту застосування. Екологічний ризик пестициду, за В.С. Горбатовим та Ю.М. Матвєєвим, це – імовірність прояву його екологічної небезпеки в реальних умовах навколишнього середовища і регламенту застосування конкретного пестицидного препарату. Для його оцінки необхідне знання не тільки токсичності пестициду для нецільових видів організмів, але і його концентрацій у природних середовищах, де ці організми живуть.

Існує два підходи оцінки екологічного ризику пестицидів: імовірнісний, який повністю відповідає класичному визначенню поняття ризику, і детермінований. Імовірнісний підхід дозволяє врахувати варіабельність розподілу пестициду в навколишньому середовищі і невизначеності, пов'язані з обмеженою кількістю випробуваних видів організмів. Для оцінки імовірнісного ризику використовуються розподіл екологічних показників (наприклад, концентрацій пестициду у воді і його токсичності для гідробіонтів або концентрацій пестициду в ґрунті і його токсичності для черв'яків), які охоплюють весь їх можливий діапазон. Результатом оцінки такого ризику є розрахована ймовірність настання несприятливої події при застосуванні пестициду, наприклад, загибелі або пригнічення розвитку водних організмів. Істотний недолік оцінки імовірнісного ризику – великий обсяг необхідних експериментальних даних, що обмежує застосування даного підходу в практиці регулювання обігу пестицидів. Однак за останній час методологія оцінки

імовірнісного ризику пестицидів поступово вдосконалюється, в цьому напрямку розроблено проект Європейського Союзу EUFRAM.

### 3.4 Утилізація непридатних ЗЗР і використаної тари.

Як працюють наші закони про утилізацію тари із засобів захисту рослин в Україні? Як відомо в Україні майже відсутній контроль утилізації тари з-під пестицидів. Ситуація ускладнюється ще й тим, що в нашій країні не тільки тару, а й самі непридатні пестициди знищувати практично ніде. Тара з-під пестицидів є токсичною, небезпечною для людей і навколишнього середовища, проте, каністри з-під пестицидів можна побачити навіть в домогосподарствах, які зберігають в них що завгодно, включаючи дизпаливо, масло, інші пестициди. В Україні була майже відсутня загальнодержавна освітня програма поводження з тарою з-під пестицидів, і фермер зазвичай просто не розуміє всіх ризиків. Якщо тара не утилізується підприємством, а скидається в лісах або на звалищах — це завдає великої шкоди ґрунту, ґрунтовим водам та навколишньому середовищу. За чинним законодавством України тара з-під використаних пестицидів підлягає збору та утилізації.

Відсутність системи контролю обігу тари призвело не тільки до погіршення екологічної ситуації, а й до створення тіньового ринку використаної тари і, як наслідок, зростання внутрішнього виробництва контрафактної продукції. До скасування в 2015 році Постанова Кабінету міністрів № 915 від 26 липня 2001 р визначало відповідальним за утилізацію і збір тари з-під пестицидів виробників і імпортерів такої продукції. Такі компанії були зобов'язані укласти договір з компанією, яка займається утилізацією тари. Тобто для ввезення товару в Україну компанія-імпортер ЗЗР повинна була укласти угоду з компанією-ліцензіатом на утилізацію тари, яка, в свою чергу, вимагала 100% передоплати за утилізацію. Суть проблеми полягала в тому, що імпортер (постачальник) ЗЗР укладав договір з компанією про утилізацію тари, але підтвердження про її утилізації приходило тільки як акт виконаних робіт. Насправді, простежити рух тари досить важко, адже

виробники реалізують свою продукцію через дистриб'юторів кінцевим споживачам, тобто логістичний ланцюжок поставок досить складна. Навіть якщо в Україні і відбувався б збір тари з-під пестицидів, перевірити факт її утилізації часто неможливо. Досить поширені випадки, коли тару викидають в найближчому лісі чи посадці, створюють стихійні сміттєзвалища. В період незалежності в Україні не існувало ринку утилізації тари з-під ЗЗР, інфраструктура не створювалася, селян привчали до того, що тара з-під пестицидів відноситься до небезпечних відходів та її не можна використовувати в господарстві, а потрібно здавати на утилізацію. Те ж можна сказати і про законодавство - у груп, які контролювали фінансові потоки від «утилізації», не було стимулу напрацьовувати нормативно-правові акти (базові та спеціальні закони, ліцензійні умови, порядки і регламенти), так як їх все влаштовувало.

Якщо ставити питання, хто несе відповідальність за утилізацію тари в Україні, то це компанія, яка за договором зобов'язалася надавати послуги зі збору та утилізації цієї тари. Також фермер за законом повинен забезпечувати утилізацію використаних пакувальних матеріалів і тари, в яких знаходилися ЗЗР, або укласти угоди з відповідними організаціями на їх збирання та утилізацію. Фактично це означає: є можливість для утилізації у агровиробника - утилізує, немає - тоді укладає договір з компанією. На рівні держави це питання повинно контролювати Міністерство екології та природних ресурсів України. Після скасування постанови № 915 імпортер продукції в упаковці не зобов'язаний оплачувати утилізацію тари на митниці. Відповідно, бізнес отримав можливість вибирати, з ким із ліцензіатів працювати.

Щодо утилізації самих хімічних засобів захисту рослин, вперше за більше ніж 5 років, Україна розпочала вивозити непридатні пестициди для належної утилізації відповідно до вимог міжнародного законодавства. Першу партію непридатних пестицидів утилізовано 22 липня 2020 року. Так, станом на сьогодні, загальний обсяг вивезених для подальшого видалення/утилізації небезпечних відходів складає близько 300 тон (охоплює 2 проєкти, де перший – вже завершено, а другий перебуває на фінальній стадії). Компанія-член Європейської Бізнес Асоціації, ТОВ

«Сігмас Екоłodжі», частина групи компаній S.I.Group Consort Ltd., Ізраїль, здійснювала роботу з належного пакування та вивезення комерційних партій непридатних пестицидів на завод компанії Tredi SAS (Seche Environnement SA) у Франції.

Першою партією у грудні 2019 р. стали 110 тон небезпечних відходів, що були відправлені на видалення/утилізацію з Херсонської області на завод компанії Tredi SAS (Seche Environnement SA) у Франції. З початку 2020 року роботу було продовжено. Усі роботи проводилися згідно з українським та європейським екологічним законодавством, у т.ч. Постановою КМУ №1120 від 13.07.2000 р., Регламентом ЄС №1013/2006, Базельською конвенцією про транскордонне перевезення небезпечних речовин, Стокгольмською конвенцією щодо стійких органічних забруднювачів тощо. Варто зауважити, що всі процедури відповідають технічним інструкціям та вищезазначеним нормативно-правовим актам. Також перед відправкою на завод компанії Tredi SAS усі небезпечні відходи пройшли жорстку перевірку з проведенням відповідних випробувань. Для роботи з небезпечними відходами кожен працівник був відповідно оснащений засобами хімічного захисту найвищого класу. Всі залучені до виконання робіт транспортні засоби пройшли відповідну сертифікацію та мали свідоцтва відповідності ADR та IMDG. Небезпечні відходи були запаковані у сертифіковану тару, придатну для їх транспортування і зберігання. Крім того, тара пройшла всі необхідні випробування для відповідного застосування та має відповідні сертифікати згідно міжнародних стандартів. Тобто призначена для використання згідно з вимог ADR, IMDG, REACH. Варто зауважити, що до проєкту долучилась компанія Syngenta, що також є членом Агрохімічного комітету Європейської Бізнес Асоціації, для якої питання корпоративної соціальної відповідальності є домінуючими над питаннями фінансових винагород. Таким чином, напрацьований досвід компанії «Сігмас Екоłodжі», тісна співпраця зі світовими лідерами в галузі поводження з небезпечними відходами, залучення експертів з боку профільних міжнародних організацій дозволяють Україні розвивати якісний сервіс в цьому контексті. Тож

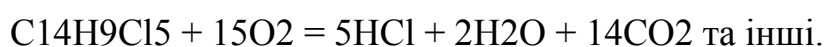
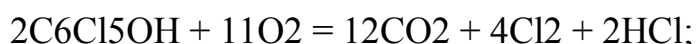
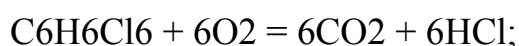
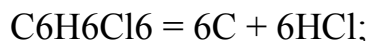
сподіваємося, що це – лише початок на шляху до повного очищення України від небезпечних відходів. Станом на сьогодні Україна не володіє належними технологіями і потужностями, які б дали можливість виконувати знищення непридатних пестицидів з дотриманням усіх міжнародних стандартів безпеки та охорони навколишнього середовища. За радянських часів ситуація була не набагато кращою: тоді прийнятним було захоронення таких відходів у так званих «могильниках». Іншими словами, відкладати вирішення проблем і передавати їх майбутнім поколінням. Це призвело до накопичення від 8 до 12 тисяч тон такого «спадку» на балансі держави. Відповідно до міжнародних вимог, фактично єдиним прийнятним способом утилізації такого типу небезпечних відходів є високотемпературне спалювання зі спеціальними системами допалювання та очищення вихлопних газів від діоксинів і фуранів. Навіть на території ЄС є лише кілька заводів, які мають необхідні технології. Одним із флагманських підприємств у цій галузі є Tredi SAS (Seche Environnement SA) у Франції.

### 3.5 Методи переробки пестицидів.

Практично всі непридатні відходи отрутохімікатів в умовах високих температур (1100-1600 °C) можуть піддаватись термічній конверсії з виділенням переважно сажі, галоген-, сірко- та азотовмісних похідних елементних галогенів, галоїдоводнів, летких галоїдоорганічних сполук, діоксиду сірки, сірководню, сіркоорганічних сполук, азоту, амінів, ціанвмісних речовин тощо. Такі складові знезараження некондиційних пестицидів є токсично-, вибухо- і пожежонебезпечними.

В процесах термічного окислення непридатних пестицидів в атмосфері кисню чи повітря можуть утворюватись пари води, оксиди та діоксиди вуглецю, сірки, азоту, діоксини, фурани тощо, які теж є екологічно небезпечними для навколишнього середовища. При цьому може відбуватися також забруднення ґрунтів утвореними шлаками та золою, які можуть містити небезпечні для довкілля сполуки важких металів, зокрема свинцю, кадмію та інших. Утворення широкого спектру токсичних і реакційно-активних сполук при знезараженні непридатних пестицидів призведе до

значної корозії апаратури, обладнання, комунікацій і, в результаті, до зменшення терміну їх експлуатації. Так, при термічному і термоокислювальному розкладанні гексахлорциклогексанів, гептахлору, ДДТ, поліхлорфенолів буде проходити низка реакцій, наприклад:



Технологічний аналіз складових утворених продуктів термічного та термоокислювального розкладу непридатних пестицидів показав наявність в газовій фазі ряду токсичних і шкідливих речовин ( $CCl_4$ ,  $HCl$ ,  $Cl_2$  тощо) та свідчить про доцільність і необхідність пошуку ефективних та специфічних шляхів знезараження. Існують різні способи знезараження та утилізації небезпечних відходів, які характеризуються не тільки низкою недоліків, а й наявністю в продуктах переробки відходів, небажаних для довкілля, і техногенних речовин, які викидаються сьогодні в біосферу. Розробка нових прогресивних методів знезараження і ліквідації непридатних пестицидів та інших токсичних речовин – одна з головних задач у вирішенні складної проблеми захисту біосфери від забруднення. Головним критерієм оцінки ефективності роботи будь-яких схем знезараження і ліквідації пестицидів є вміст токсичних речовин в продуктах, що поступають після процесу знезараження в біосферу. Кінцевий вміст шкідливих домішок не повинен перевищувати їх гранично допустимих концентрацій. Найперспективнішим в цьому напрямку є термічний метод знешкодження пестицидів. Цей шлях може виявитись найбільш перспективним і економічно вигідним, оскільки він знайшов широке використання і є прийнятним за санітарно-гігієнічними вимогами.

Комплексну переробку хлоровмісних пестицидів рекомендується здійснювати за єдиною блочно-модульною схемою, що дозволяє використовувати типові стандартне устаткування хімічних виробництв з заданими конструкційними

параметрами і дає можливість знизити капітальні витрати на будівництво станцій переробки. Враховані умови мінімізації відходів переробки і можливості очищення стічних вод на станціях біохімічного очищення і природними сорбентами.

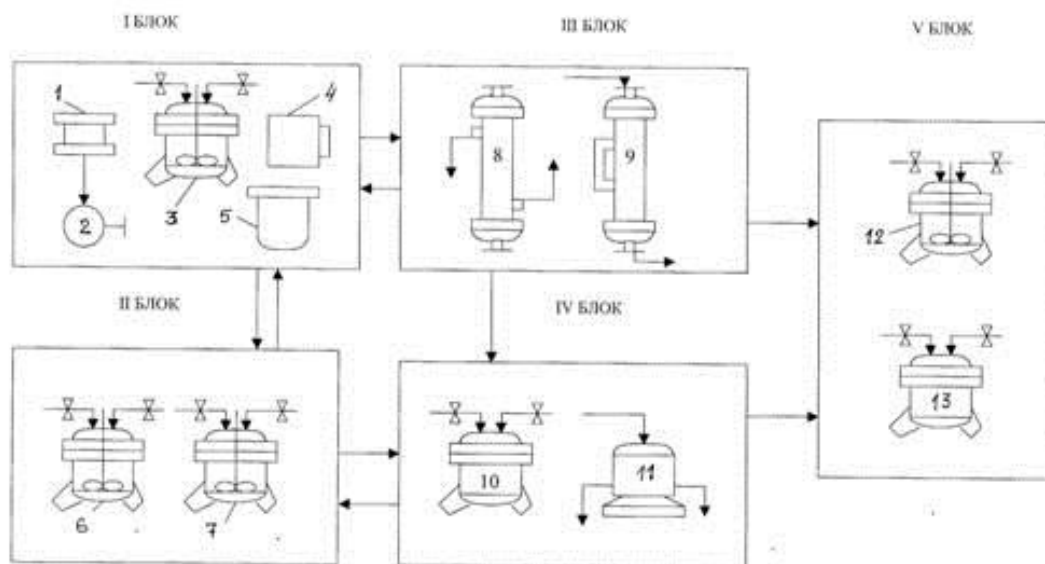


Рисунок 1.9 – Блочно-модульна технологічна схема реagentної переробки хлорвмісних пестицидних препаратів:

1 – ємність для пестициду; 2 – відцентровий насос; 3 – апарат для розчинення луку; 4, 5 – лічильники води і луку; 6 – реактор декарбоксилювання; 7 – додатковий реактор; 8 – конденсатор; 9 – ємності для поділу рідини; 10 – ємності для хлороформу; 11 – нутч-фільтр; 12, 13 – випарні апарати

I БЛОК – підготовка вихідних компонентів

II БЛОК – основний процес

III БЛОК – декантація і розділення

IV БЛОК – сушіння і поділу

V БЛОК – приймання готового продукту



#### 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПЕСТИЦИДІВ

Економічна ефективність заходів із захисту рослин визначається за спеціальними методиками і перебуває у прямій залежності від господарської і в оберненій – від розміру витрат на проведення захисних заходів.

Основними показниками, що характеризують економічну ефективність застосування пестицидів, є чистий прибуток і рівень рентабельності. Чистий прибуток становить різницю між вартістю збереженої продукції і витратами на застосування препарату:

$$E_{\text{еф}} = Z_{\text{у}}Ц_{\text{з}} - (Z_{\text{х}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{т}}),$$

де  $Z_{\text{у}}$  – збережений урожай (930 т.);  $Ц_{\text{з}}$  – вартість продукту (3413 грн.);  $Z_{\text{х}}$  – затрати на пестицид (245558 грн.);  $Z_{\text{з}}$  – затрати на збирання збереженого урожаю (38000 грн.);  $Z_{\text{т}}$  – затрати на транспортування збереженого урожаю (286300 грн.).

$$E_{\text{еф}} = 9300 * 3413 - (245558 + 38000 + 286300) = 56816578 \text{ грн}$$

Рівень рентабельності – відношення чистого прибутку до витрат:

$$P = \frac{D_{\text{чп}}}{Z_{\text{зх}} + Z_{\text{п}}} 100$$

де  $D_{\text{чп}}$  – додатковий чистий прибуток (3416578 грн);  $Z_{\text{зх}}$  – витрати на захист рослин (8467980 грн);  $Z_{\text{п}}$  – витрати на переробку збереженої продукції (460700 грн).

$$P = \frac{56816578 * 100}{8467980 + 460700} = 636 \%$$

Витрати на захист рослин проти шкідливих організмів включають вартість застосовуваних пестицидів, збирання збереженого урожаю, його перевезення, очищення і експлуатаційні витрати (зарплата, вартість паливно-мастильних матеріалів, ремонт техніки та ін.).

Проведене нами дослідження ефективності застосування хімічних засобів захисту рослин на економічному рівні показало їх високу економічну ефективність. Так, в середньому по Україні, за даними 2019р., прибуток від застосування пестицидів становив 56816578 тис. грн, а рівень рентабельності був на рівні 636 відсотки. Висока економічна ефективність захисних заходів з використанням пестицидів свідчить про обґрунтованість розширення захисних заходів у рослинництві та обумовлює зростання обсягів застосування хімічних засобів захисту рослин як ефективного заходу підвищення культури землеробства при розв'язанні проблеми продовольчої безпеки України.

## 5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗМЕНШЕННЮ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ХЗР НА ДОВКІЛЛЯ

Для запобігання забрудненню поверхневих вод, які використовують для централізованого господарсько-питного водопостачання, встановлюють зони санітарної охорони. В них, а також у прибережних водоохоронних зонах і на затоплюваних територіях, згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, не допускається:

- зберігання і поховання пестицидів і забрудненої ними тари;
- спорудження приміщень для миття та очищення тари, спецодягу, машин і обладнання, забруднених пестицидами;
- зливання й очищення стічних вод, які містять пестициди;
- зберігання і ремонт обладнання для застосування пестицидів;
- влаштування й експлуатація злітно-посадкових смуг і майданчиків для заправлення обладнання пестицидами.

Транспортувати пестициди від місця зберігання до місця застосування дозволяється лише при безпосередньому їх використанні, у спеціально обладнаному транспорті. Після закінчення обробки рештки пестицидів треба вивезти для зберігання або ліквідації [17].

Не допускається застосування пестицидів, яке перешкоджає чи обмежує всі види водокористування, а також шкідливо впливає на навколишню флору і фауну. Внаслідок сільськогосподарського зрошення в поверхневій воді не повинні потрапляти зворотні води, концентрація пестицидів у яких перевищує норму. У прибережній водоохоронній зоні не допускається застосування пестицидів, небезпечних для гідробіонтів. Забороняється внесення пестицидів у першій смузі зони санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання. Неприпустимо скидати у водні об'єкти пестициди, їх рештки і відходи, пакувальні матеріали і стічні води, забруднені пестицидами, мити забруднені пестицидами тару, спецодяг, машини і обладнання в поверхневих водах, набирати воду забрудненим обладнанням. Санітарно-захисну зону узгоджують з водоохоронною зоною.

У разі наземного обприскування посівів пестицидами ширина санітарно-захисної зони (від меж оброблюваних ділянок до водних джерел) має становити 600 м, за авіаобприскування — 1000 м (до рибогосподарських водойм — 2000 м), за внесення гранульованих препаратів — 300 м. За потреби органи санітарно-епідеміологічної служби можуть збільшувати санітарно-захисну зону у 2—3 рази. Ширина прибережної водоохоронної смуги малих річок — від 20 до 100 м; застосування пестицидів у ній забороняється.

Охорона атмосферного повітря. Відповідно до «Методичних рекомендацій по санітарній охороні атмосферного повітря від забруднення пестицидами» (МОЗ України, 1998) заборонено: звичайне авіаційне обприскування ближче як 1000 м від житлової зони, а ультрамалооб'ємне авіаобприскування — ближче як 2000 м; одночасна обробка посівів однотипними препаратами у межах району чи області.

Застосування пестицидів, стійких у ґрунті понад 1 міс, а у воді — 5 діб, слід обмежувати на територіях великих господарств. Великі масиви культур, які обробляють багаторазово, рекомендується розміщувати з урахуванням рози вітрів на відстані не менш як 1000 м від населених пунктів, а поблизу них вирощувати на невеликих площах культури, які не потребують багаторазових обробок [18].

Охорона ґрунту. Заборонена фумігація ґрунту пестицидами I і II класів небезпечності, виливання решток робочих розчинів, промивних вод після обробки тари, спецодягу, апаратури і приміщень складів без попереднього очищення, використання більш як 2 рази протягом одного сезону пестицидів зі стійкістю в ґрунті менш як 6 міс, а пестицидів, стійких понад 6 міс, — за наявності їхніх решток після попередніх обробок. Рекомендовані способи застосування пестицидів — малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування, протруювання насіння.

З метою захисту компонентів агроєкосистем від негативного впливу пестицидів необхідно чітко дотримуватися рекомендацій щодо їх застосування, запроваджувати інтегровані системи захисту рослин, біологічні методи захисту сільськогосподарських культур, стимулювати розробку нових екологічно нешкідливих пестицидів нового покоління.

## ВИСНОВКИ

В сільському господарстві поряд з підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідним є впровадження природоохоронних ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води та повітря. Досліджено можливість та перспективи використання продуктів переробки пестицидів з урахуванням екологічної безпечності для довкілля і людей та обґрунтовано доцільність їхнього використання у промисловості та сільському господарстві.

Отже, підвищення урожайності та поліпшення якості продукції є досить важливими, але не потрібно забувати про збереження та захист навколишнього природного середовища, яке зазнає негативного впливу від неякісного внесення пестицидів і агрохімікатів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Врочинский К. К. Применение пестицидов и охрана окружающей среды. Уч. пос / К. К. Врочинский, В. Н. Маковский. – К., 1979. – 208 с.
2. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. Уч. пос. /В. Г. Минеев – М.: Агропромиздат, 2000. – 287 с.
3. Городній М. М. Агрохімічний аналіз. Навчальний посібник /М. М. Городній, М. В. Козлов, М. І. Бідзіля – К.: Вища школа, 1972. – 266 с.
4. Городній М. М. Агроекологія. Навчальний посібник / М. М. Городній А. Г. Сердюк, М. П. Вовкотруб – К.: Вища шк., 1993. – 415с.
5. Агрохимия. Монографія / Под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Колос, 1982. – 573с.
6. Городний Н. М. Агрохимия. Уч пос. / Н. М. Городний – К.: Вища шк., 1990. – 286с.
7. Даниленко А. С. Управління відтворенням і збереженням родючості ґрунту у контексті сталого розвитку природокористування / А. С. Даниленко, В. В. Горлачук, В. Г. В'юн, І. М. Песчанська, А. Я. Сохнич // Вісник – Миколаїв: Вид-во ПП “Іліон”, 2003. – 39 с.
8. Городний Н. М. Система применения удобрений. Навчальний посібник / Н. М. Городний – К.: Вища шк. Головне вид-во, 1979. – 165 с.
9. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований / Ф. А. Юдин, М.: Колос, 1980.– 63с.
10. Дижо Р. Основи екології. Уч. пос / Р. Дижо – М.: Прогрес, 1975. – 450 с.
11. Лісовал А. П. Система застосування добрив. Навчальний посібник /А. П. Лісовал, В. М. Макаренко, С. М. Кравченко – К.: Вища школа, 2002. – 317с.
12. Селецев В. Ф. Застосування агрохімічних аналізів в планування системи добрив. Навчальний посібник / В. Ф. Селецев – Єк., 2005. – 235 с.
13. Патица В. П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. Навчальний посібник / В. П. Патица, Н. А. Макаренко – К.: Основа, 2005. – 300 с.
14. Тихоненко Д. Г. Геологія з основами мінералогії. Навчальний посібник / Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтяров – К.: Вища освіта, 2003. – 287 с.

15. Рубенчик В. Л. Профилактика загрязнения пищевых продуктов канцерогенными веществами. Уч. пос. / В. Л. Рубенчик, В. Л. Костюковский, Д. В. Меламед – Киев: Здоров'я, 1983 – 169с. 68

16. Карасюк І. М. Агрохімія. Навчальний посібник / І. М. Карасюк, О. М. Геркіял, Г. М. Господаренко, Ю. В. Коларьков, П. Г. Копитко. – Київ: Вища школа., 1995. – 472 с.

17. Каталимов М. Б. Микроэлементы и микроудобрения. Уч. пос. / М. Б. Каталимов – М.: Химия, 1965. – 332 с.

18. Долгоносов А. М. Методы колоночной аналитической хроматографии. Учебное пособие для студентов химических специальностей /А. М. Долгоносов – Д., 2009. – 89

ДОДАТОК А  
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ,

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В. А. Іщенко  
(підпис)

“    ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на магістерську кваліфікаційну роботу**

ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ  
ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ НЕПРИДАТНИХ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ  
РОСЛИН

за спеціальністю

101 «Екологія»

08-48.МКР.001.01.000 ПЗ

Керівник магістерської дипломної роботи:

д.т.н., професор

\_\_\_\_\_ С.М. Кватернюк  
(підпис)

“    ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Виконавець: студент гр. ЕКО-15

\_\_\_\_\_ М.В. Андрущенко  
(підпис)

“    ” \_\_\_\_\_ 2020 р.



### 1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ №\_\_ по ВНТУ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом №\_\_ засідання кафедри ЕЕБ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

### 2. Мета роботи.

Виявлення та аналіз впливу пестицидів на довкілля, пошук шляхів вирішення проблем пов'язаних з використанням ХЗЗР

### 3. Вихідні дані для проведення робіт.

Вихідними даними є результати експериментальних вимірювань спектрів досліджуваних розчинів з доданими пестицидами та органічного розчинника.

### 4. Методи дослідження

- просторового аналізу,
- математичні;
- системного аналізу.

### 5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розроблення технічного завдання	
2.	Аналіз небезпек пов'язаних з використанням ХЗЗР	
3.	Методи аналізу впливу пестицидів і добрив на навколишнє середовище	
4.	Оцінювання впливу на довкілля непридатних ХЗЗР	
5.	Оцінювання економічної ефективності використання пестицидів	
6.	Рекомендації щодо зменшення екологічного впливу добрив на стан навколишнього природного середовища	
7.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	
8.	Підготовка презентації та доповіді на захист МКР	

### 6. Призначення і галузь використання

Охорона навколишнього природного середовища. Можна використовувати задля розробки заходів зменшення негативного впливу від використання ХЗЗР.

### 7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка та графічна частина.

### 8. Порядок приймання роботи

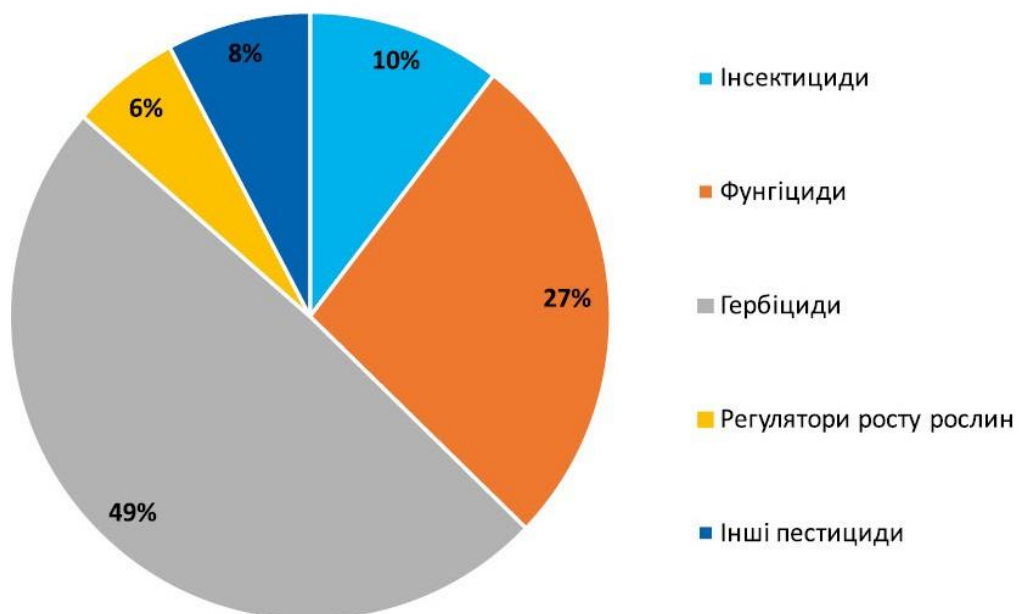
Публічний захист роботи «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Початок розробки «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

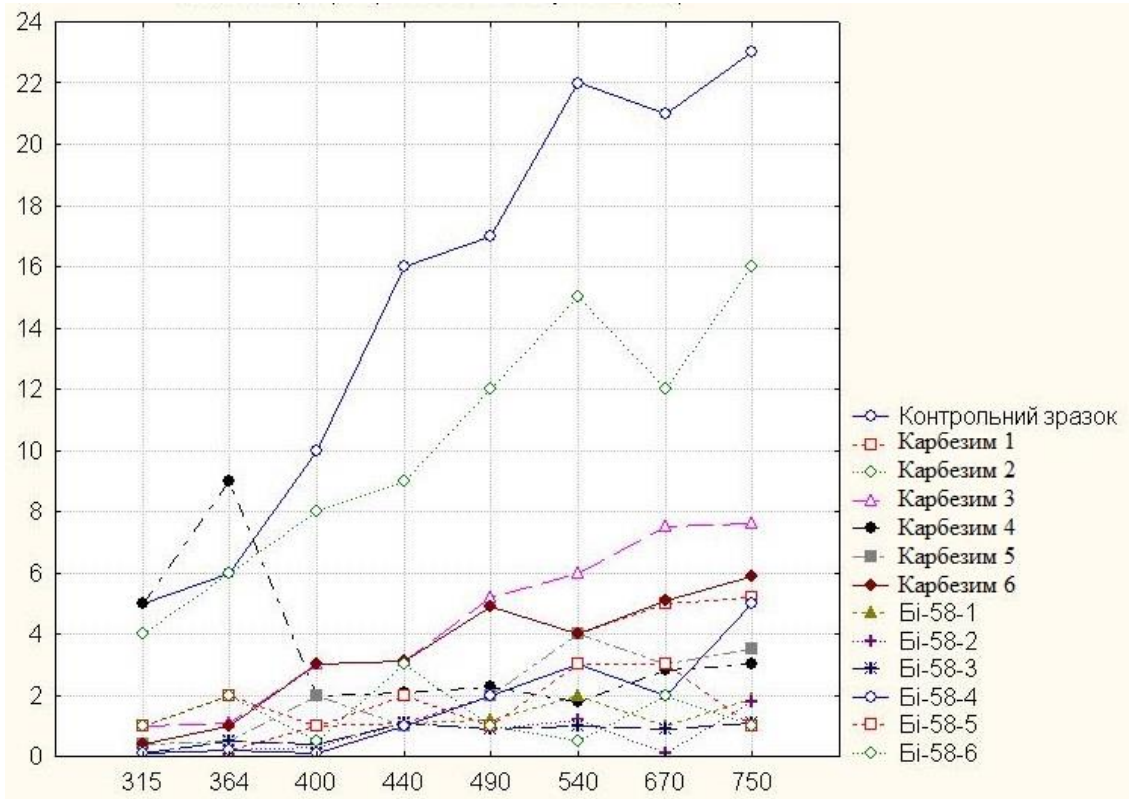
Розробив студент групи ЕКО-15б \_\_\_\_\_ М. В. Андрущенко

## ДІАГРАМА ОБСЯГІВ ВИКОРИСТАННЯ ХЗЗР В УКРАЇНІ



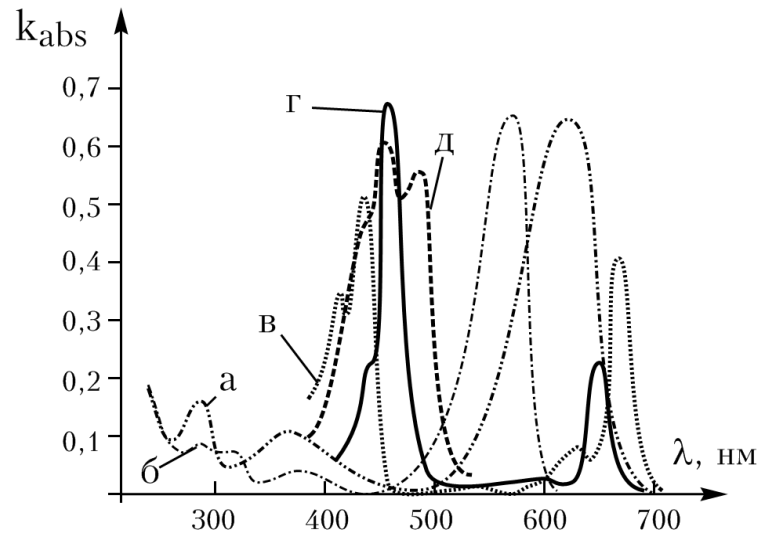
					<b>08-48.МКР.001.01.000 ГЧ</b>				
					Діаграма обсягів використання ХЗЗР в Україні	Літ.		Маса	Мас
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>					
Розробив		Андрущенко М.В.							
Перевірив		Кватернюк С.М.							
Т.контр.									
Рецензент		Ранський А.П.			Аркуш 1		Аркушів 3		
Н. контр.		Васильківський І			ВНТУ, ЕКО-19м				
Затвердив		Іщенко В.А.							

ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТЕЙ КОЕФІЦІЄНТА ПРОПУСКАННЯ ВІД ДОВЖИНИ ХВИЛІ ДЛЯ РІЗНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ



					<b>08-48.МКР.001.01.000 ГЧ</b>			
					Графік залежностей коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для різних концентрацій пестицидних препаратів	Літ.	Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Андрущенко М.В.						
Перевірив		Кватернюк С.М.						
Т.контр.						Аркуш 2	Аркушів 3	
Рецензент		Ранський А.П.				ВНТУ, ЕКО-19м		
Н. контр.		Васильківський І						
Затвердив		Іщенко В.А.						

ГРАФІК СПЕКТРАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ВІДНОСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОГЛИНАННЯ  
ПІГМЕНТІВ ФІТОПЛАНКТОНУ



					<b>08-48.МКР.001.01.000 ГЧ</b>				
					Графік спектральної залежності відносних показників поглинання пігментів фітопланктону	Літ.		Маса	Масш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Андрущенко М.В.							
Перевірив		Кватернюк С.М.							
Т.контр.						Аркуш 3		Аркушів 3	
Рецензент		Ранський А.П.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І							
Затвердив		Іщенко В.А.							

