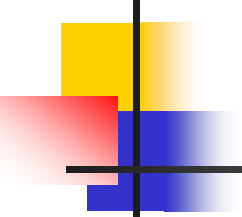




НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ПЕСТИЦИДАМИ

Моклячук Л.І.



Екологічні та економічні витрати від застосування пестицидів

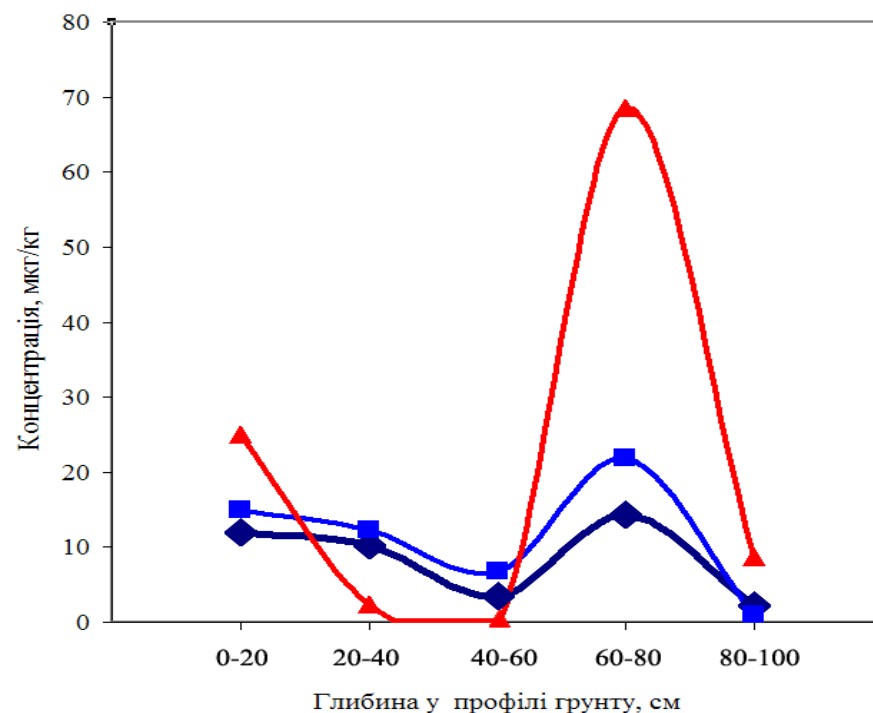
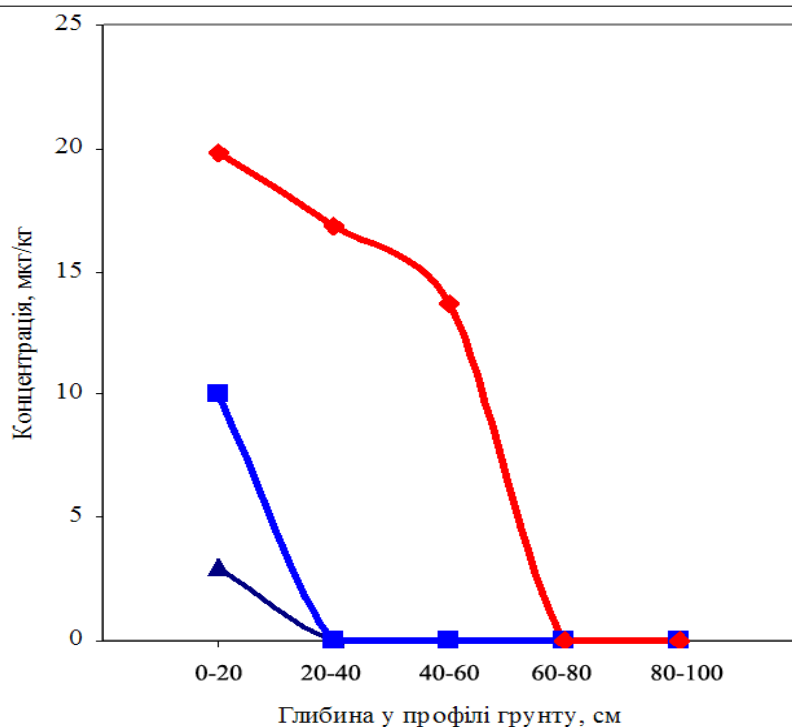
У всьому світі застосовується щороку близько 3 млрд. кг пестицидів ціною близько \$ 40 млрд. на рік (Pesticide Action Network UK (PAN UK), 2003).

У США приблизно 500 мільйонів кг пестицидів, більш ніж 600 найменувань застосовуються щорічно на суму \$ 10 млрд. (Pimentel і Greiner, 1997).

Асортимент пестицидів в Україні становить близько 268 найменувань, а їхній препаративний тоннаж сягає 36 млн. кг, при потребі 40 млн.кг, і застосовуються вони на 40 млн. га угідь сільськогосподарського призначення (Зелена планета)

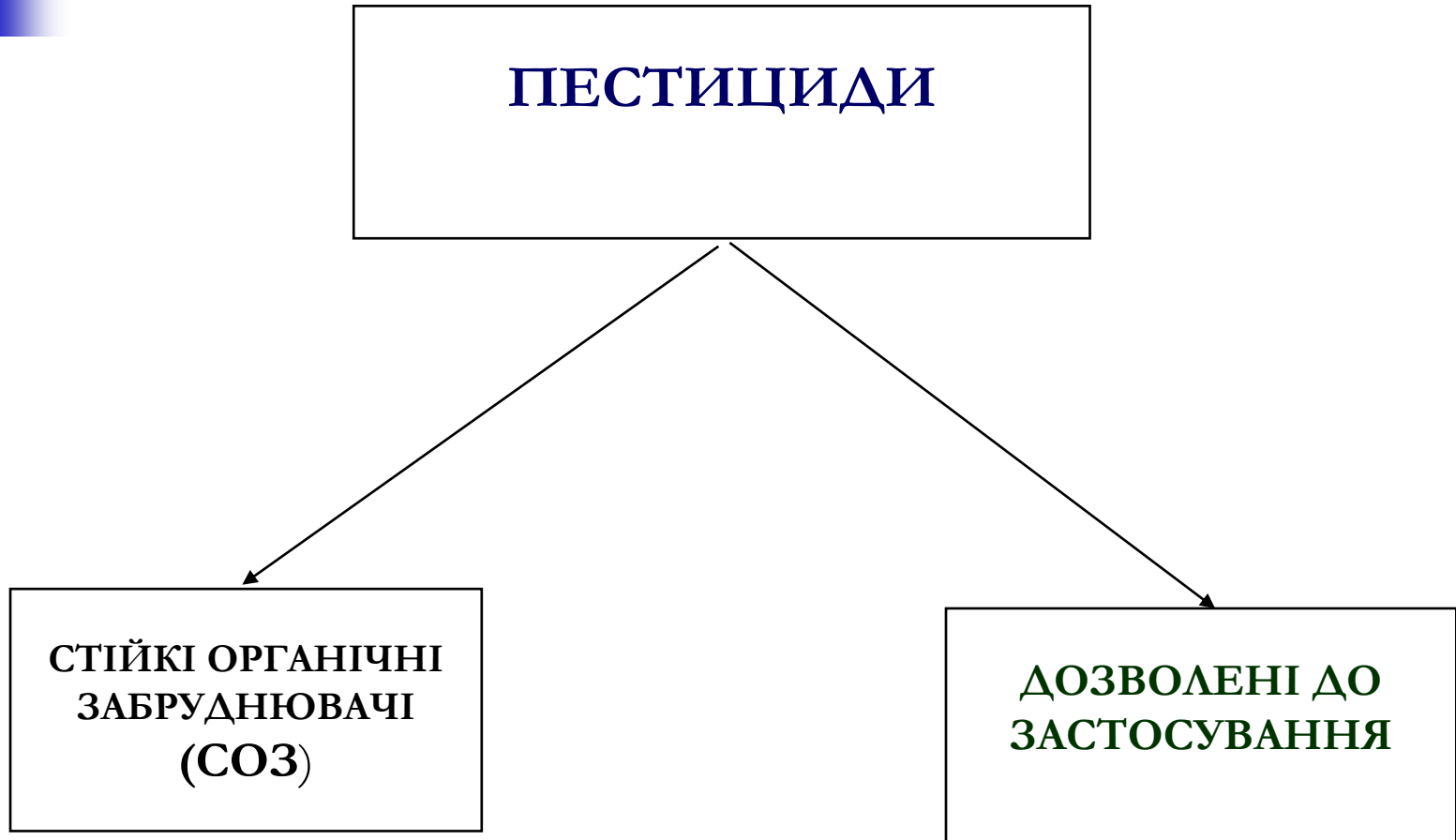
Основні економічні та екологічні втрати через застосування пестицидів в США: охорона здоров'я, 1,1 млрд доларів на рік) 1; стійкість до пестицидів в шкідників, \$ 1,5 млрд; втрати врожаю, викликані пестицидами, \$ 1,4 млрд; втрати птахів через пестицидів, \$ 2,2 млрд; і забруднення ґрунтових вод, 2,0 млрд.

Рис. 13. Вертикальна міграція ацетохлору у сірому лісовому ґрунті при застосуванні гербіциду Харнес при беззмінному вирощуванні кукурудзи



- восьмирічне застосування суміші Харнесу 1,5л/га Мілагро 1,0л/га
- восьмирічне застосування Харнесу з нормою витрат 1,5л/га
- восьмирічне застосування Харнесу з нормою витрат 3л/га

Рис. 2. **ПЕСТИЦИДИ**





СТОКГОЛЬМСЬКА КОНВЕНЦІЯ ПРО СТІЙКІ ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ДОВКІЛЛЯ (СОЗ) -

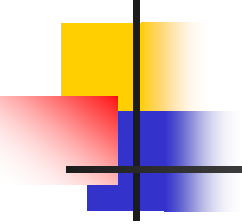
БРУДНА ДЮЖИНА – основний список
ПХДД ПХДФ ПХД ГХБ

Алдрин Ендрин Дилдрин Хлордан Гептахлор Токсафен Мірекс
ДДТ

Властивості:

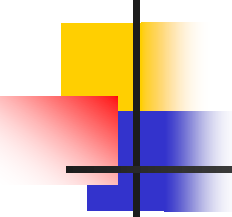
T_{50} у воді > 2 місяці
 T_{50} у ґрунті > 6 місяців
 $\text{Log } K_{ow} > 5$

Потенційний негативний вплив на здоров'я людини або на довкілля: (канцерогенний, мутагенний, гонадотоксичний, тератогенний ембріонотоксичний ефект)



СОЗ-2

1. Альфа гексахлорциклогексан (додаток А);
2. Бета гексахлорциклогексан (додаток А);
3. Хлордекан (додаток А);
4. Гексабромдифеніл (додаток А);
5. Гекса- и Гептахлордифеніловый ефір (додаток А);
6. Ліндан (додаток А);
7. Пентахлорбензол (додаток А и С);
8. Перфтороктановый сульфонат, его соли и перфтороктанового сульфонилфторида (додаток В);
9. Тетрабромдифениловый эфир и пентабромдифениловый эфир (в приложение А).

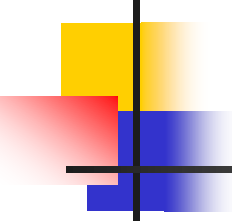


Мета досліджень

Теоретичне і експериментальне обґрунтування екотоксикологічного моніторингу ксенобіотиків: стійких органічних забруднювачів – ДДТ, гексахлорциклогексану (ГХЦГ), поліхлорованих дифенілів (ПХД) та сучасних пестицидів і заходів з відновлення забрудненого пестицидами (СОЗ) ґрунту.

Рис.3. Схема організації екотоксикологічного моніторингу органічних ксенобіотиків в агроєкосистемах





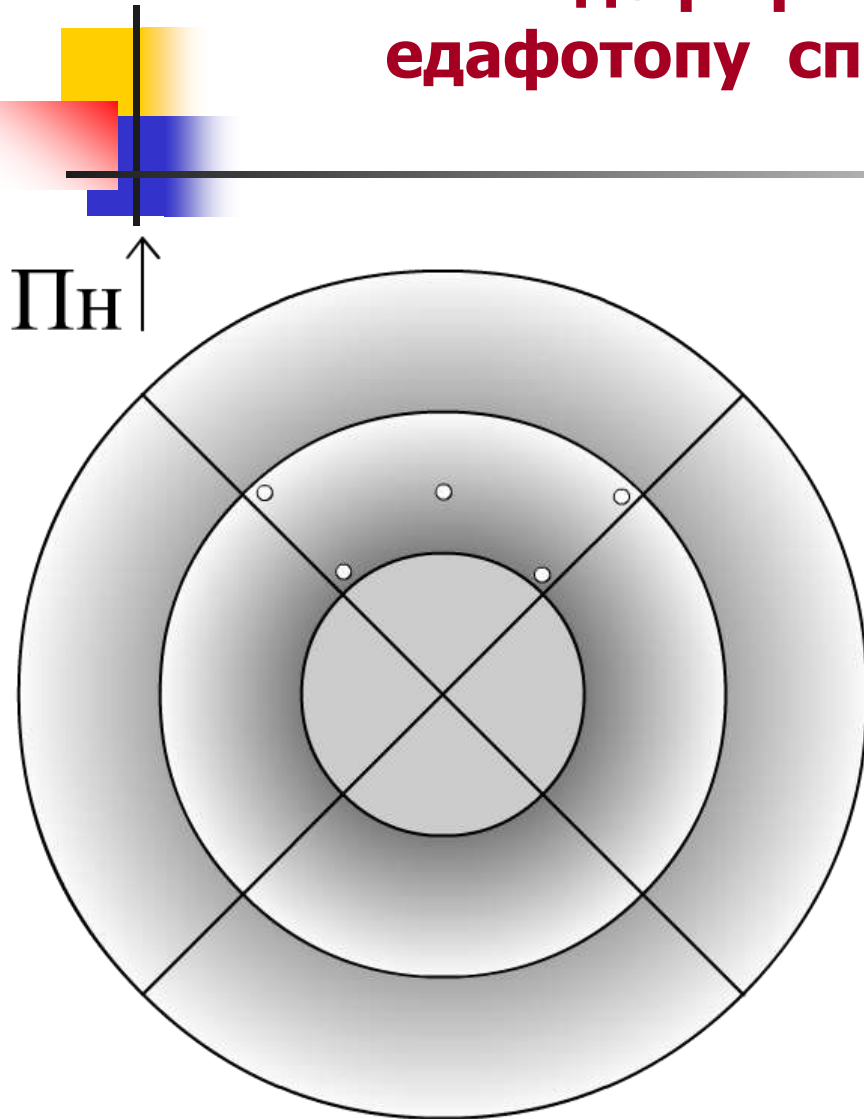
КРИЗОВИЙ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕНИХ СТІЙКИМИ ОРГАНІЧНИМИ ЗАБРУДНЮВАЧАМИ ҐРУНТІВ

За даними Міністерства агрополітики України:

- ❖ **Великих складів державного підпорядкування – 147;**
- ❖ **Сховищ у господарствах різних форм власності - 4976;**



Рис.4. **Відбір зразків ґрунту забрудненого
едафотопу способом румбічної сітки**



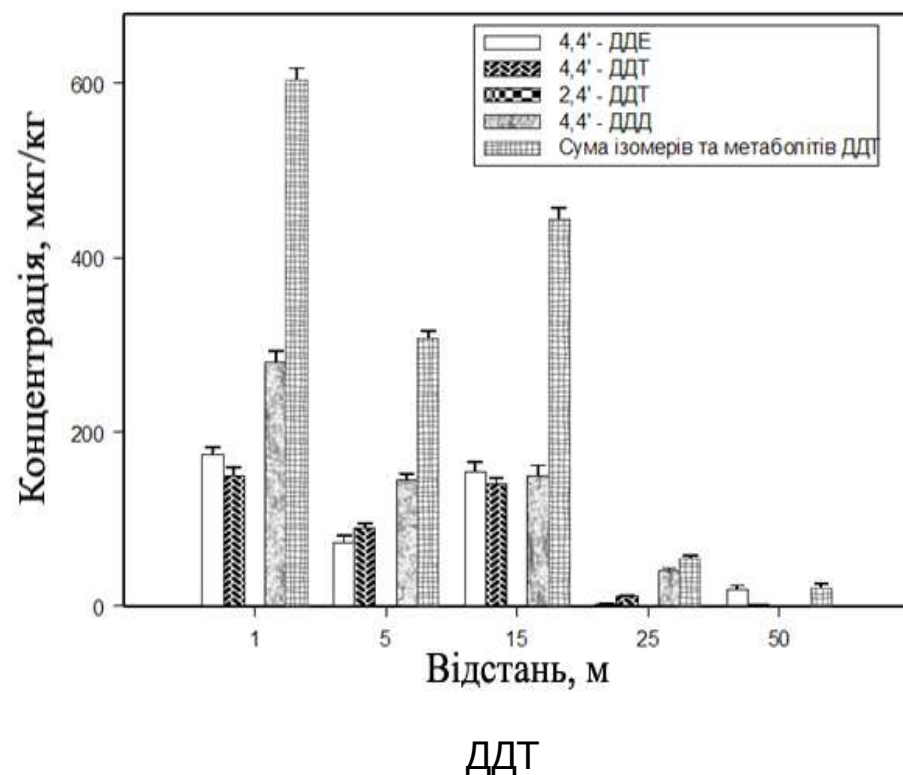
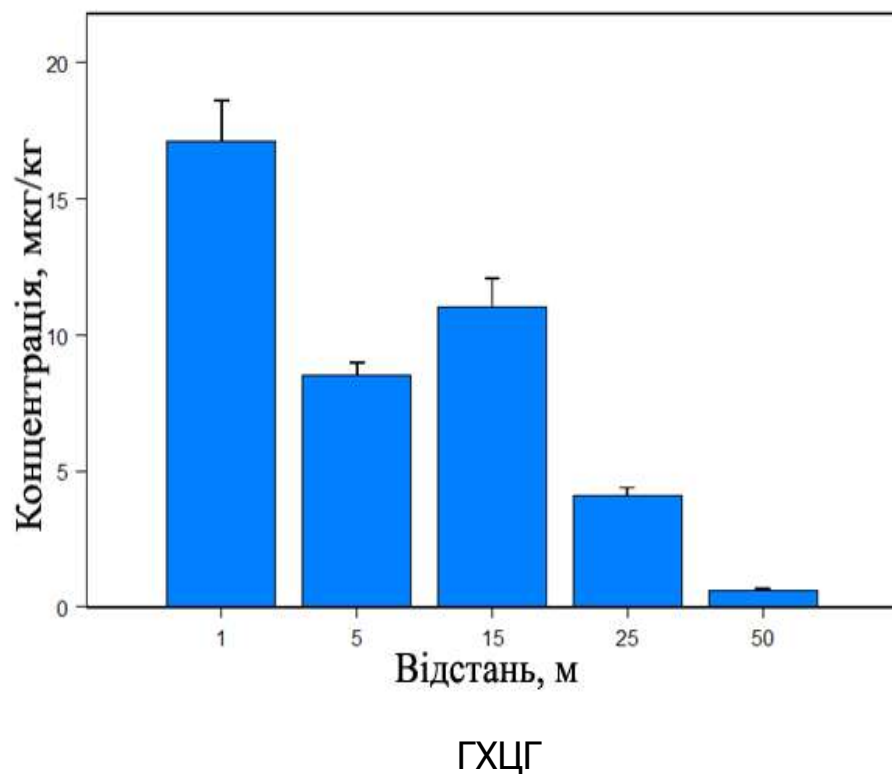
Коло умовно ділять на чотири сектори (північний, південний, західний, східний), а кожен сектор - на радіальні смуги, ширина яких збільшується по мірі віддалення від складу: 1) радіусом до 1 м від складу; 2) радіусом від 1 до 2 м від складу; 3) радіусом від 2 до 5 м від складу; 4) радіусом від 5 до 15 м від складу; 5) радіусом від 15 до 30 м від складу; 6) радіусом від 30 до 70 м від складу. У кожному секторі відбирають зразки ґрунту по смугах способом конверта.

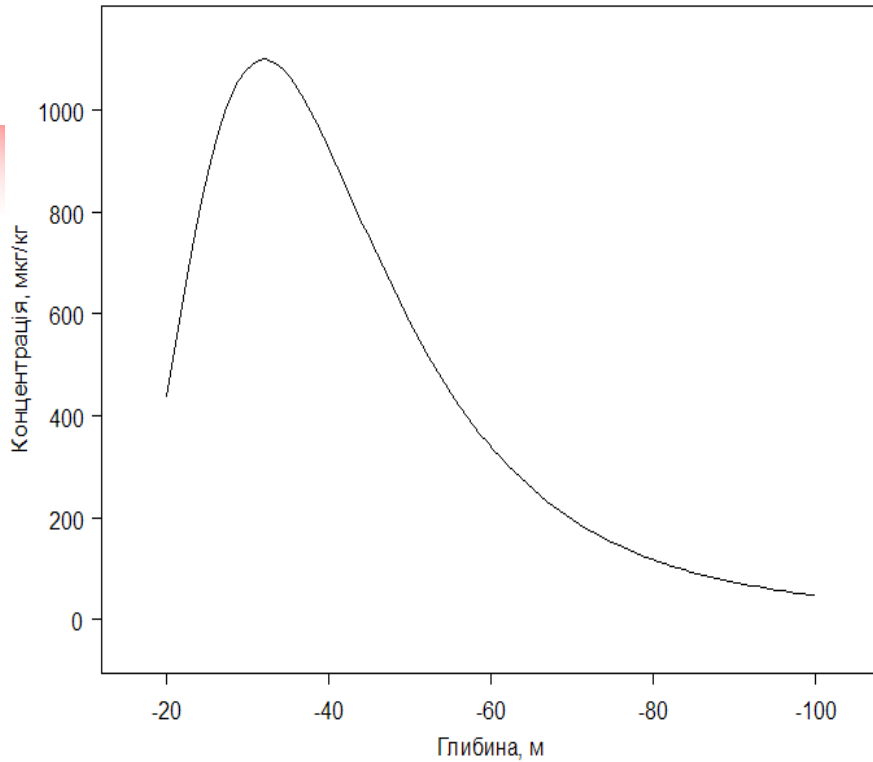
Для дослідження міграції пестицидів профілем ґрунту, зразки відбирають на глибину до 1 м через кожні 20 см пошарово

Табл. 1. Ступінь забруднення хлорорганічними сполуками ґрунтів едафотопів складів отрутохімікатів, мкг/кг

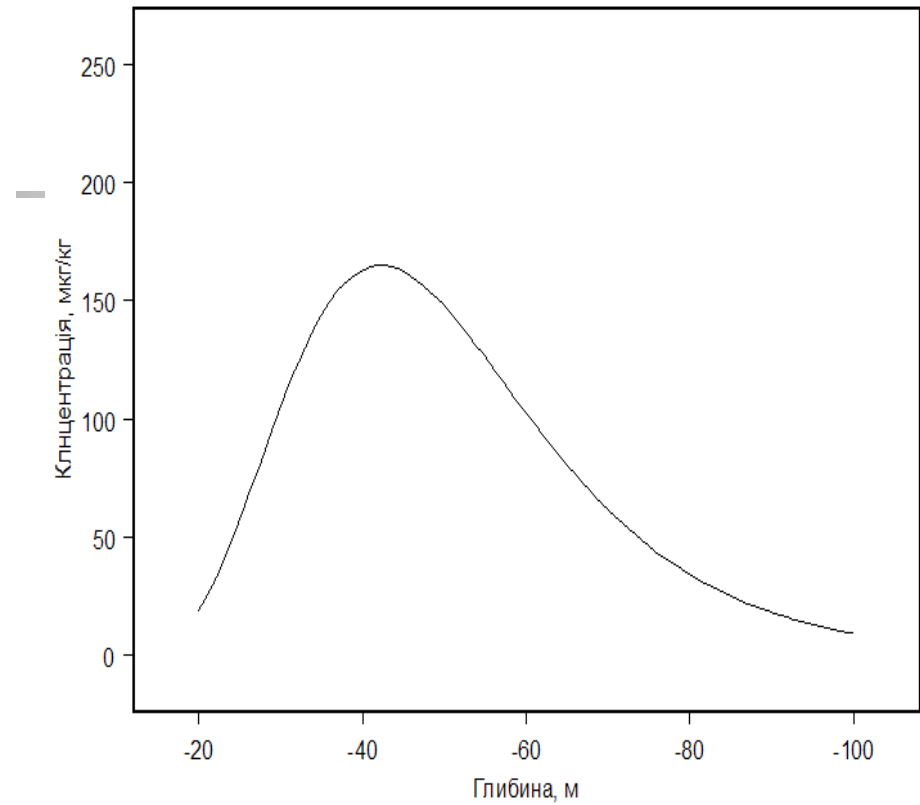
Місцезнаходження складу	Тип ґрунту	Вміст		
		ДДТ	ГХЦГ	ПХД
<i>У перехідній зоні між Поліссям та Лісостепом.</i> Київська обл., Васильківський р-н, с. Калинівка	дерново-середньо-підзолистий супіщаний на водно-льодовикових відкладах	<u>16,6±1,0</u> <u>647,0±25,0</u>	<u>7,3±0,5</u> <u>826,0±24,2</u>	Н
<i>У зоні Лісостепу.</i> Хмельницька обл., Старокостянтинівський р-н, с. Самчики	чорнозем опідзолений слабозмитий середньосуглинковий	<u>21,4±5,1</u> <u>1857,9±27,1</u>	<u>0,6±0,1</u> <u>2030,6±60,2</u>	Н
<i>У зоні Лісостепу.</i> Вінницька обл., дослідне господарство Інституту кормів УААН „Бохоницьке”	сірий лісовий грубопилувато-середньосуглинковий	<u>3,1±0,2</u> <u>171,0±3,3</u>	<u>0,3±0,1</u> <u>17,0±0,8</u>	Н
<i>У зоні Степу.</i> Донецька обл., стаціонарний польовий дослід Донецького ІАПВ, с. Піски	чорнозем звичайний неглибокий середньогумусний легкосуглинковий	<u>2,0±0,3</u> <u>58,1±4,3</u>	<u>0,9±0,2</u> <u>16,8±4,2</u>	<u>43,9±11,6</u> <u>286,0± 33,5</u>
<i>У зоні Степу.</i> Херсонська обл., біосферний заповідник „Асканія-Нова”	темно-каштановий залишково-солонцюватий	<u>52,8±4,3</u> <u>1646,5±91,1</u>	<u>15,8±0,9</u> <u>1615,5±27,5</u>	Н 692.2± 54,6
<i>У зоні Степу.</i> Херсонська обл., Стаціонарний польовий дослід ІЗ Південного регіону	темно-каштановий слабкосолонцюватий середньосуглинковий	<u>24,3±1,0</u> <u>234,7±12,1</u>	<u>12,3±1,2</u> <u>89,1±7,5</u>	<u>25.2±7,8</u> <u>210.9± 65,5</u>
<i>У перехідній між Лісостепом та передгірною зоною.</i> Чернівецька обл. Сокирянський р-н, с.Романківці	ясно-сірий опідзолений пилувато-середньосуглинковий	<u>140,0±2,1</u> <u>550,0±31,0</u>	<u>16,4±2,1</u> <u>405,0±21,7</u>	Н
ГДК/ОДК у ґрунті:		100	100	/60

Рис.5. Поширення забруднення у горизонтальному напрямі на глибині орного шару у чорноземі опідзоленому



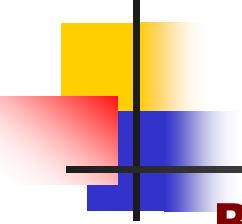


а



б

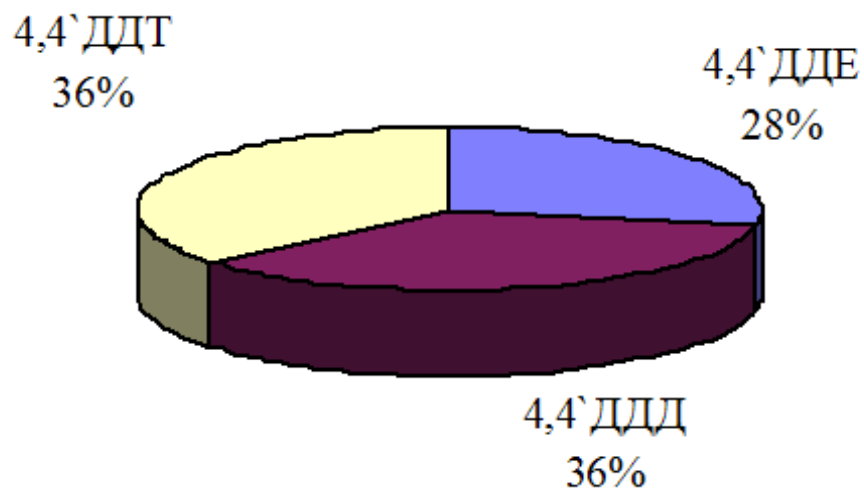
Рис. 6. Розподіл ДДТ у профілі чорнозему опідзоленому на глибині 1 – 100 см с. Самчики, Хмельницької області, на віддалі від складу отрутохімікатів: а – 15 м, б – 50 м



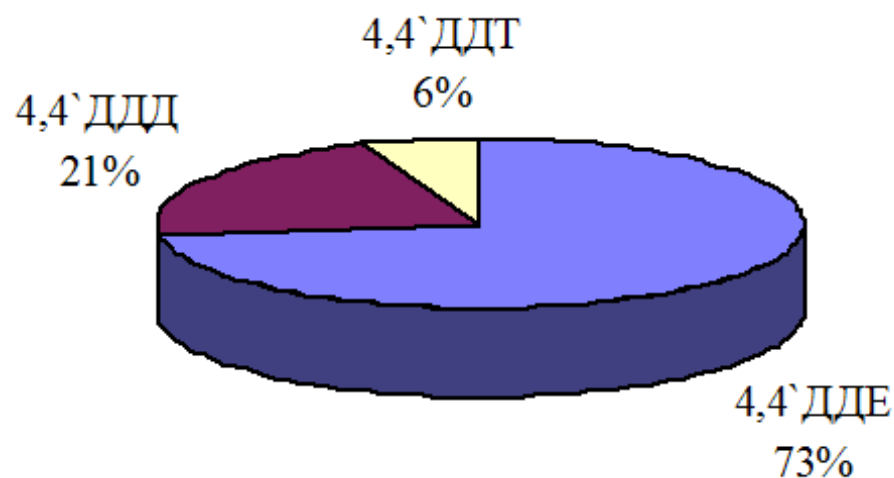
Встановлено, що ґрунти санітарних зон складів отрутохімікатів забруднені хлорорганічними пестицидами з різним рівнем їх вмісту, При перевищенні гігієнічних нормативів ДДТ і ГХЦГ ці ґрунти є небезпечним джерелом забруднення довкілля стійкими хлорорганічними пестицидами.

У відповідності до Керівних принципів ОЕСР, відновлення ґрунтів забруднених зон слід проводити екологічно безпечними методами, коли вміст СОЗ ≤ 50 мг/кг.

Рис.7. Співвідношення між вмістом 4,4`ДДТ та його метаболітів: а - у ґрунтах забруднених едафотопів; б - у ґрунтах сільгоспугідь



а



б

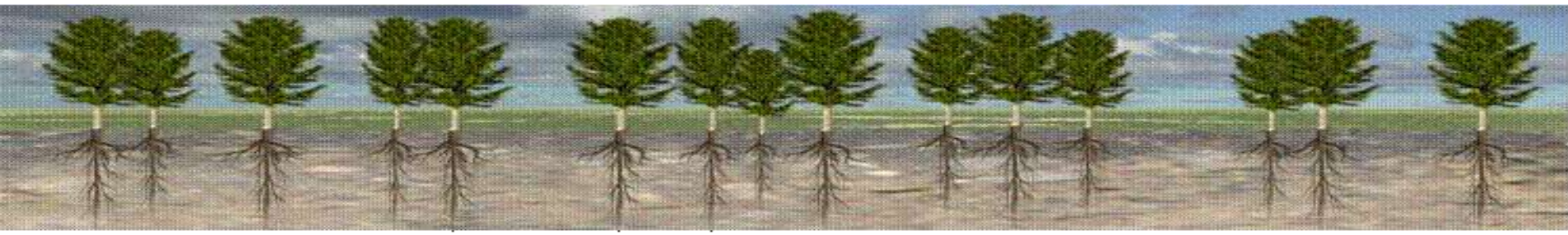
Фітотестування забрудненого ДДТ ґрунту

$$C_{\text{ДДТ}} = 937,7 \pm 39,5 \text{ мкг/кг}$$

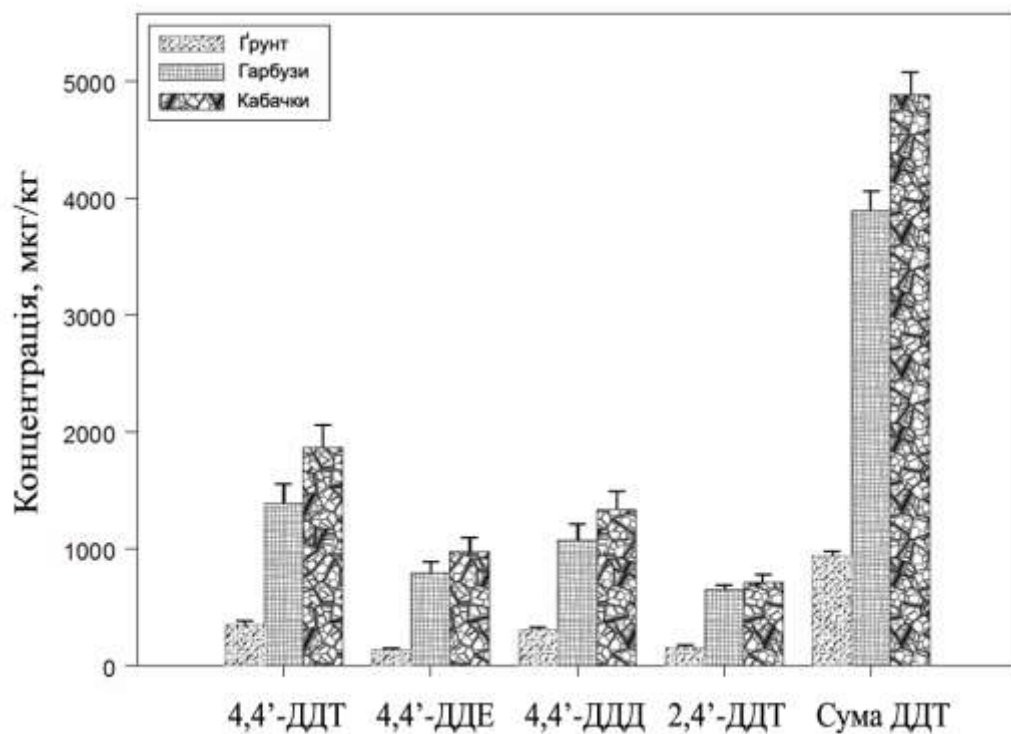
Етап 1. Початкова оцінка на основі переліків небезпечних і безпечних відходів (Додаток 8 до Базельської конвенції).

Етап 2. Оцінка на основі рівнів вмісту токсичних речовин: $C_{\text{ДДТ}} = 937,7 \pm 39,5 \text{ мкг/кг}$; $C_{\text{ГХЦГ}} = 100 \text{ мкг/кг}$.

Етап 3. Біологічне тестування ґрунту з використанням вищих рослин відповідно до стандарту ДСТУ ISO 11269-1,2:2004.



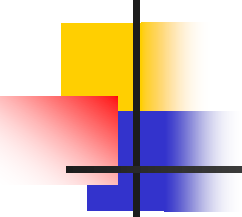
**Рис. 12. Вміст ізомерів та метаболітів ДДТ у ґрунті та
рослинах родини *Cucurbitaceae*
(гарбузи, кабачки), мкг/кг сухої речовини**



Дослід J.White (США)

Табл. 7. Вплив фітотоксичності ґрунту на вегетацію рослин

Рослини	Довжина кореня		Довжина стебла		Поява симпто- мів хлорозу, день	Час вегетації рослин, днів
		% від конт- ролю		% від контролю		
	см		см			
Односім'ядольні рослини						
Ячмінь <i>Hordeum vulgare</i> L.	7,84±1.26	80	23,28±2,35	100	28	35
Пшениця <i>Triticum vulgare</i> L.	4,69±1,44	78	25,38±2,43	83	28	35
Двосім'ядольні рослини						
Гарбузи <i>Cucurbita pepo</i>	4,66±1,47	46	16,54±3,66	123	29	32
Кабачки <i>Cucurbita pepo</i>	5,60±1,40	74	25,60±1,40	131	29	32
Квасоля <i>Phaseolus vulgaris</i>	7,98±1,57	81	32,71±1,36	93	28	31
Соя <i>Glycine max</i> L	8,00±1,61	85	18,94±2,27	71	27	30



Отже, рослини родини *Cucurbitaceae* накопичують ДДТ та його метаболіти у значних кількостях, але перед впровадженням фітотехнологій обов'язково слід проводити перевірку ґрунтів на фітотоксичність до вищих рослин.

Метод фіторемедіації дозволяє значно зменшити масу забрудненого субстрату

Табл.10. Рослинне угруповання едафотопу складу отрутохімікатів

Деревій звичайний	<i>Achillea millefolium</i>
Полин звичайний	<i>Artemisia vulgaris</i>
Полин гіркий	<i>Artemisia absinthium</i>
Стоколос житній	<i>Bromus secalinus</i>
Пирій повзучий	<i>Elytrigia repens</i>
Пімареник чіпкий	<i>Gallium aparine</i>
Розрив-трава дрібноквіткова	<i>Impatiens parviflora</i>
Куничник наземний	<i>Calamagrostis epigeioes</i>
Кульбаба лікарська	<i>Taraxacum officinalis</i>
Осот городній	<i>Sonchus oleraceus</i>
Фіалка польова	<i>Viola arvensis</i>
Овес персидський	<i>Avena persica</i>

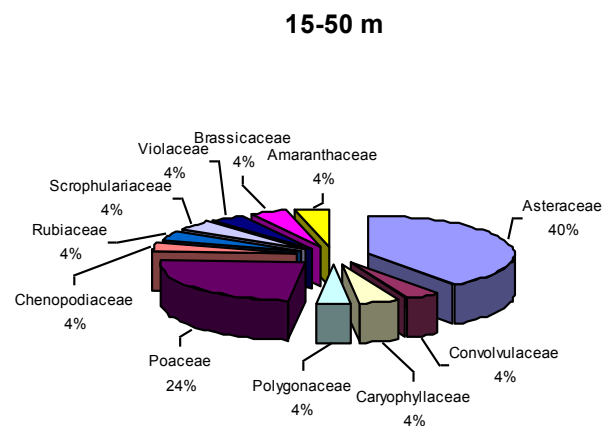
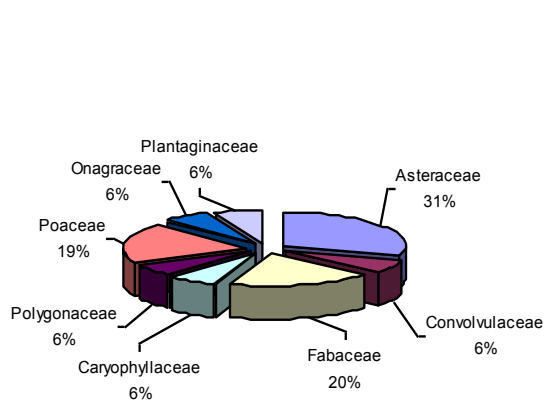
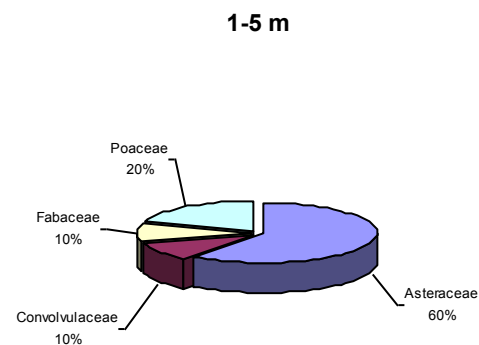
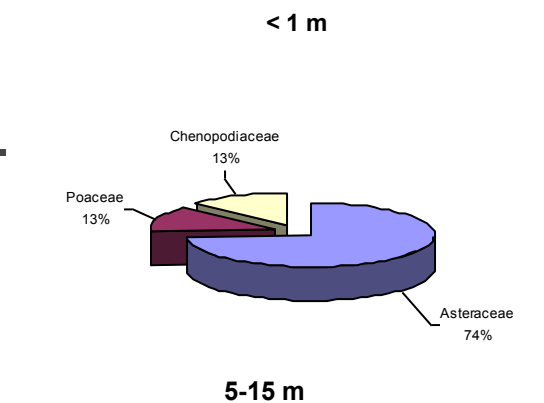
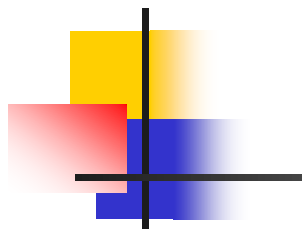


Рис. 13. Зміна кількості ботанічних родин в залежності від віддалі від складу отрутохіміка

Табл.12. Фітоекстракційна здатність дикорослих рослин до ДДТ

Назва виду	Частина рослини	Концентрація ДДТ та його метаболітів у ризосферному ґрунті, мкг/кг	Концентрація ДДТ у рослині, мкг/кг сухої маси
Шпергель звичайний (<i>Spergula arvensis</i>)	Наземна	158,0±5,6	101,3±3,2
	Корінь	158,0±5,6	53,7±3,2
Кульбаба лікарська (<i>Taraxacum officinalis</i>)	Наземна	6377,0± 45,7	729,7±51,5
	Корінь	6377,0± 45,7	1605,6±1,7
Пирій повзучий (<i>Elytrigia repens</i>)	Наземна + корінь	4753,6± 510,2	46,3±1,3
Підмаренник чіпкий (<i>Gallium aparine</i>)	Наземна + корінь	4753,6± 510,2	422,7±9,3
Полин гіркий (<i>Artemisia absinthium</i>)	Наземна + корінь	4753,6± 510,2	30,5±1,0

Визначення меж забрудненої CO₃ зони та визначення ступеня хімічної деградації ґрунтового покриву

*Вміст CO₃ у ґрунті
<50 мг/кг*

*Вміст CO₃ у ґрунті
>50 мг/кг*

Виділення зони забруднення, що потребує ремедіації, перехідної зони до незабрудненого ґрунту та виведення таких земель із сільськогосподарського використання

Видалення ґрунту та поводження як з токсичними відходами

Наявність життєздатного рослинного покриву

Відсутність життєздатного рослинного покриву

**Відсутність життєздатного рослинного
покриву**

Визначення
фітотоксичності
ґрунту

Визначення
рН ґрунту

**Видалення з
ґрунту залишків
будматеріалів**

*лужна або нейтральна
реакція*

кисла реакція

Вапнування

Визначення вмісту гумусу

НИЗЬКИЙ

*достатній (для даного типу
ґрунту)*

**Потребує
внесення
добрив**

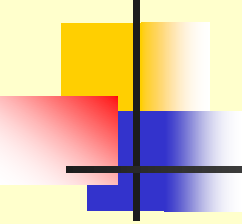
**Обробіток ґрунту, внесення
добрив (за потреби) та висів
сумішок багаторічних трав**

**Досходове
коткування**



НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ОРГАНІЧНИМИ КСЕНОБІОТИКАМИ ҐРУНТІВ

- ❖ Початкове оцінювання забруднення ґрунту залишковими кількостями пестицидів та їхніх метаболітів (мкг/кг). Відбирають 4 зразки ґрунту на відстані 1– 5 м від складу. Якщо у зразках ґрунту знайдено залишкові кількості пестицидів, внесених до переліку небезпечних відходів VIII додатку до Базельської конвенції у концентраціях, що перевищують ГДК – ґрунт вважають потенційно небезпечним.
- ❖ Детальне дослідження ступеня забруднення ґрунту хлорорганічними пестицидами, які належать до СОЗ.
- ❖ Оцінювання фітотоксичності ґрунту відповідно до стандартів ДСТУ ISO 11269-1,2:2004. Як тестові використовують одно- та двосім'ядольні рослини. Якщо ґрунт є фітотоксичним до культурних рослин – проводять пошук рослин-фіторемедіаторів серед місцевих толерантних до пестицидів видів.
- ❖ У разі високої фітотоксичності ґрунту, визначають вміст стійких гербіцидів у ґрунті та тестових рослинах.
- ❖ Визначення агрохімічних характеристик ґрунту та активності ґрунтових ферментів пероксидази та поліфенолоксидази.
- ❖ Добір рослин, толерантних до пестицидів за складом фітоценозу та кількісним і якісним співвідношенням видів та родин місцевих рослин та фіторемедіаційною спроможністю рослин до пестицидів.
- ❖ Використання толерантних рослин для фіторемедіації ґрунтів, забруднених ксенобіотиками.
- ❖ Утилізація забруднених рослин



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ