

АГРОНОМІЯ

УДК 631.45/632.95/633.88

Вміст залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у ґрунті едафотопів складів отрутохімікатів Київської області

Караульна В.М. , Карпук Л.М. , Мацкевич В.В. ,
Філіпова Л.М. , Єзерковська Л.В. , Павліченко А.А. ,
Єзерковський А.В., Тітаренко О.С. 

Білоцерківський національний аграрний університет zemlerobstvo_@ukr.net

Караульна В.М., Карпук Л.М., Мацкевич В.В., Філіпова Л.М., Єзерковська Л.В., Павліченко А.А., Єзерковський А.В., Тітаренко О.С. Вміст залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у ґрунті едафотопів складів отрутохімікатів Київської області. «Агробіологія», 2025. № 2. С. 73–80.

Karaulna V., Karpuk L., Matskevych V., Filipova L., Yezerkovska L., Pavlichenko A., Yezerkovskiy A., Titarenko O. Residual amounts of organochlorine pesticides in the soil of edaphotopes near poisonous chemical warehouses in Kyiv region. «Agrobiology», 2025. no. 2, pp. 73–80.

Рукопис отримано: 25.08.2025 р.

Прийнято: 09.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2025-199-2-73-80

Старі, недіючі склади пестицидів являють собою критичне джерело хімічного забруднення, створюючи тривалу загрозу для компонентів довкілля, особливо ґрунтів, поверхневих і підземних вод, а також для здоров'я населення. Незважаючи на міжнародну та національну заборону, хлорорганічні пестициди (ХОП), зокрема ДДТ (дихлордифенілтрихлоретан) та його метаболіти, продовжують існувати та мігрувати у ґрунтового покриві через їхню надзвичайно високу стійкість, низьку розчинність у воді та здатність до біоаккумуляції. Це потребує постійного моніторингу та розробки ефективних методів ремедіації. Метою роботи було оцінити рівень та особливості забруднення ґрунтів і рослинного покриву стійкими ХОП, а також дослідити фітоіндикаційні та фітостабілізаційні властивості місцевої рослинності поблизу недіючих сховищ пестицидів. Дослідження проводили впродовж 2020–2024 рр. на території Ставищенського та Сквирського районів Київської області, де розташовані старі склади агрохімікатів. Встановлено, що вміст ДДТ та його метаболітів у ґрунті в зонах біля складів, перевищує встановлені гігієнічні нормативи (ГДК). Це підтверджує, що старі склади є потужним джерелом вторинного забруднення. Домінуючим компонентом забруднення є ДДЕ (дихлордифенілетилен) – ключовий, найбільш стійкий метаболіт ДДТ, частка якого становить до 70 % від загальної суми виявлених ХОП. Висока частка ДДЕ вказує на значну давність забруднення та інтенсивні процеси його біодеградації (дехлорування) у ґрунті. Ботанічне різноманіття демонструє чітку залежність, збільшуючись з віддаленням від безпосередньої зони складу. Найбільшу стійкість до умов хронічного хімічного стресу виявили представники родин айстрових (Asteraceae) та злакових (Poaceae), що свідчить про їхню високу толерантність. Виявлено низку видів-аккумуляторів, які здатні активно накопичувати ХОП у своїй біомасі. Зокрема, полин гіркий (*Artemisia absinthium*) та кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) показали значні концентрації токсикантів. Це вказує на їхній потенціал як фітостабілізаторів, здатних локалізувати забруднення і запобігати його подальшому поширенню.

Ключові слова: хлорорганічні пестициди, забруднення ґрунту, склади отрутохімікатів.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Екологи зазначають, що однією з найгостріших проблем забруднення довкілля пестицидами є старі склади отрутохімікатів. Ці об'єкти та прилеглі до них території є потужним джерелом викидів токсичних речовин, зокрема стійких органічних забруднювачів, до яких належать і хлорорганічні пестициди. На сьогодні в Україні, за різними оцінками, зберігається від 15 до 25 тис. тонн непридатних пестицидів [1–5].

Хоча використання ДДТ (дихлордифенілтрихлоретан) і ГХЦГ (гексахлорциклогексан) в Україні заборонено, ці стійкі хлорорганічні пестициди (ХОП) продовжують забруднювати довкілля. Через їхню високу стабільність вони здатні накопичуватися в природі, становлячи загрозу. Тому у 2001 р. Україна приєдналася до Стокгольмської конвенції, яка зобов'язує знищити запаси та заборонити виробництво і використання стійких органічних забруднювачів (СОЗ). До цієї групи, крім інших шкідливих речовин, належать і ХОП. СОЗ вважаються одними з найнебезпечніших забруднювачів у світі, оскільки вони здатні накопичуватися в організмі (період напіввиведення становить 5–15 років) та становлять високу токсикологічну загрозу для тварин і людини на генетичному рівні [1, 2].

Стійкість хлорорганічних пестицидів дозволяє їм вільно мігрувати в довкіллі: вони проникають у ґрунт, воду та повітря. Через здатність до біоконцентрації, ці токсини накопичуються в харчових ланцюгах, становлячи загрозу для людини. У зв'язку з цим, оцінка рівня забруднення ґрунтів залишками пестицидів є надзвичайно актуальним завданням [5–15].

Тому метою досліджень було визначення та моніторинг об'єктів забруднення навколишнього середовища стійкими ХОП, що є актуальним і пріоритетним завданням екологів всього світу та в Україні зокрема.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2020–2024 рр. на територіях навколо недіючих складів отрутохімікатів та на сільськогосподарських угіддях, що розміщені навколо недіючих складів отрутохімікатів, які розташовані в межах господарств ТОВ «Інтерагроінвест» Ставищенського району та ТЗДВ «Шамраївський цукровий завод» Сквирського району Київської області.

Відбір зразків ґрунту здійснювали способом одинарного конверту у 4-х напрямках (південний, північний, східний та західний) на відстані 1, 5, 15, 25 та 50 м від недіючого

складу мінеральних добрив та отрутохімікатів, а також – 150 м у східному напрямі (контроль) відповідно до [15]. Глибина відбору зразків – пошарова (0–20; 20–40 см).

Для визначення залишкових кількостей хлорорганічних інсектицидів (ДДТ та його метаболітів ДДД і ДДЕ) використовували метод газорідинної хроматографії. Аналіз проводили на хроматографі «Кристалл 2000», оснащеному детектором із захоплення електронів та скляною колонкою (1 м х 3 мм), заповненою носієм хроматон N-AW DMCS (0,16–0,20 мм) з нерухомою фазою ХЕ-60 (5 %). Як газ-носій використовували азот марки «осч». Параметри аналізу: температура колонки 160 °С, температура випарника 230 °С, температура детектора 260 °С. Зразки ґрунту для аналізу попередньо висушили на повітрі, просіяли через сито з отворами 1 мм та очистили від рослинних решток і коренів. Екстракцію пестицидів проводили ацетоном. Далі екстракт перерозподіляли в гексан і очищали від домішок концентрованою сірчаною кислотою. Кожен аналіз проводили у трьох повторностях, а отримані результати представляли як середнє арифметичне.

З метою виявлення найбільш забруднених санітарно-захисних зон складів отрутохімікатів Ставищенського району, було відібрано зразки ґрунту на відстані 5–15 м від складу методом румбічної сітки із шару ґрунту 0–20 см [20].

Результати дослідження та обговорення. Аналізуючи вміст залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у ґрунті едафотопів складів отрутохімікатів Ставищенського та Сквирського районів, слід зазначити, що через тривале зберігання ДДТ на сільськогосподарських складах, ґрунт у їхніх санітарно-захисних зонах накопичив значну кількість цього пестициду. ДДТ мігрує з водою та рослинами, створюючи небезпеку для здоров'я людей і тварин.

Дослідження проводили на зразках ґрунту, відібраних саме з цих санітарно-захисних зон, розмір яких залежить від місткості складу. Наприклад, для складів на 500 т зона становить 1000 м, для складів до 50 т – 300 м.

Хлорорганічні пестициди знайдено в усіх зразках ґрунту. Вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ коливається від 2,90 мг/кг ґрунту (с. Журавлиха) до 30,38 мг/кг (с. Торчиця), що перевищує встановлені гігієнічні нормативи в 29–304 рази відповідно. Зважаючи на давність забруднення стійкий метаболіт ДДЕ становить основну (до 70 %) частку у загальній кількості знайдених поллютантів. Виявлено

неметаболізований 4,4'-ДДТ, що свідчить про значний токсичний вплив ХОП на мікробіологічну активність ґрунту, пригнічення мікроорганізмів-деструкторів пестицидів.

У всіх досліджуваних зразках ґрунту виявлено залишки хлорорганічних пестицидів. Сумарний вміст ДДТ та його метаболітів коливається в межах від 2,2 мг/кг ґрунту (с. Великі Єрчики) до 14,47 мг/кг (с. Шамраївка), ці показники значно перевищують гранично допустимі концентрації, у 22–145 разів. Основну частку із загальної кількості виявлених поліутантів займає ДДЕ (дихлордифеніл-дихлоретилен) (59 %), що вказує на давність забруднення.

Тривале надходження пестицидів в організм людини (через їжу) або тварини (з кормами) призводить до їх біоаккумуляції. Це, своєю чергою, спричиняє негативні наслідки для функціональних систем організму.

Детоксикація відбувається через метаболічне перетворення ксенобіотиків на більш рухливі сполуки, які легше виводяться. Однак, елімінація токсинів, включаючи метаболіти пестицидів, є тривалим процесом, її

інтенсивність прямо залежить від ступеня токсичного навантаження.

Рівень пестицидів у молоці теплокровних, особливо у коров'ячому, є ефективним біомаркером для оцінки токсичного навантаження пестицидами у певному регіоні [10].

З метою дослідження процесів міграції стійких хлорорганічних сполук у системі ґрунт – рослина проведено відбір зразків ди-корослих рослин, найбільш придатних до фітоекстракції ХОП із забрудненого ґрунту та сільськогосподарських рослин, вирощених на сільськогосподарських угіддях, що розташовані в межах санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Торчиця Ставищенського району Київської області, де попередніми дослідженнями встановлено максимальне забруднення на рівні 304 ГДК.

У межах дослідних ділянок було проаналізовано ботанічну структуру по родинях. Результати досліджень наведено на рисунках 1–3. На відстані до 1 м рослинність була представлена лише трьома родинами айстрових – 74 % різноманіття, злакових – 17 % та капустяних – 9 %.

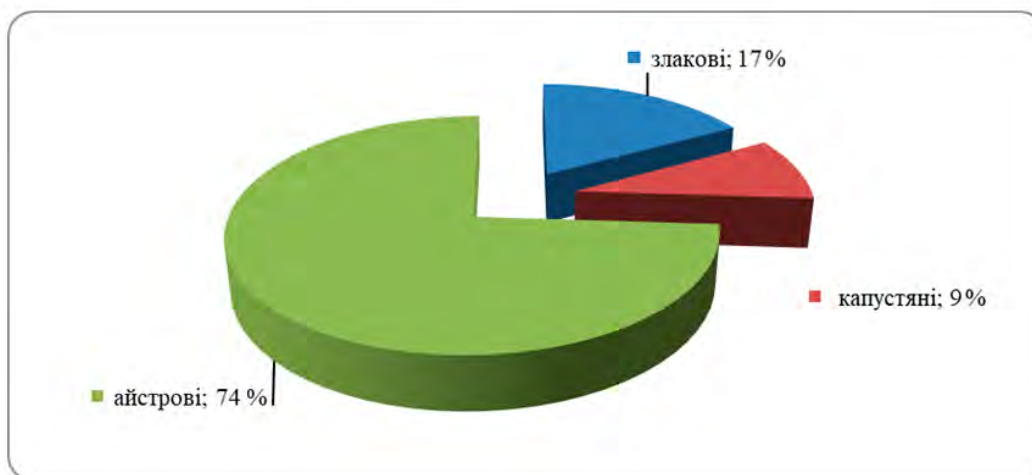


Рис. 1. Ботанічна структура рослинності на відстані 0–1 м від складу.

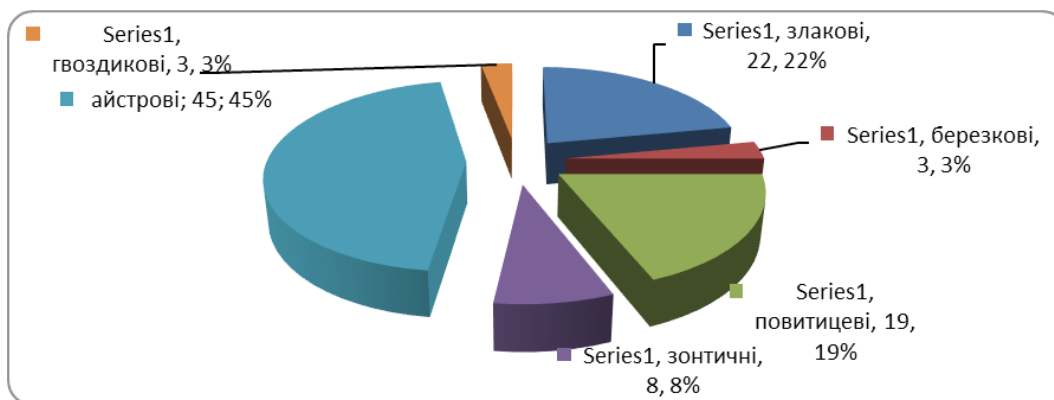


Рис. 2. Ботанічна структура рослинності на відстані 5–10 м від складу.

Із віддаленням від складів отрутохімікатів на 5–10 м було ідентифіковано у межах 3 % від загальної кількості гвоздикових та березкових. Загалом на цій відстані виявлено 6 родин. Домінуючими залишалися айстрові та злакові. На їх частку припадає 67 % від загальної чисельності.

У межах 15–25 м від складу ботанічне різноманіття зросло до 10 родин. Проте, найбільше залишалися рослин айстрових та злакових. Лише 2 % займали подорожникові.

На відстані 25–50 м було ідентифіковано 16 родин. На частку айстрових припадало 34 % від загальної чисельності рослин. Злакові посідали друге місце і їх кількість становила 12 %. Гречкові, капустяні, бобові та зонтичні були у межах 6 %.

Не перетнули поділки 3 % хвощові, губоцвіті, геранієві, гвоздикові, пасльонові, бальзамінові, кропивні, берізкові та маренові.

Для дослідження процесів накопичення ХОП дикорослими рослинами з санітарно-захисних зон складу отрутохімікатів (Ставищенського району с. Торчиця) на відстані 5 м від складу відібрано дикорослі види рослин, толерантні до наявності гербіцидів у ґрунті та здатні до біонакопичення хлорорганічних пестицидів. Проведено визначення залишкових кількостей ХОП у тканинах рослин та ризосферному ґрунті (табл. 1).

Встановлено, що найбільш інтенсивно накопичують хлорорганічні пестициди представники родини Айстрових: полин гіркий, кульбаба лікарська, деревій звичайний, децю поступаються їм види злакових культур.

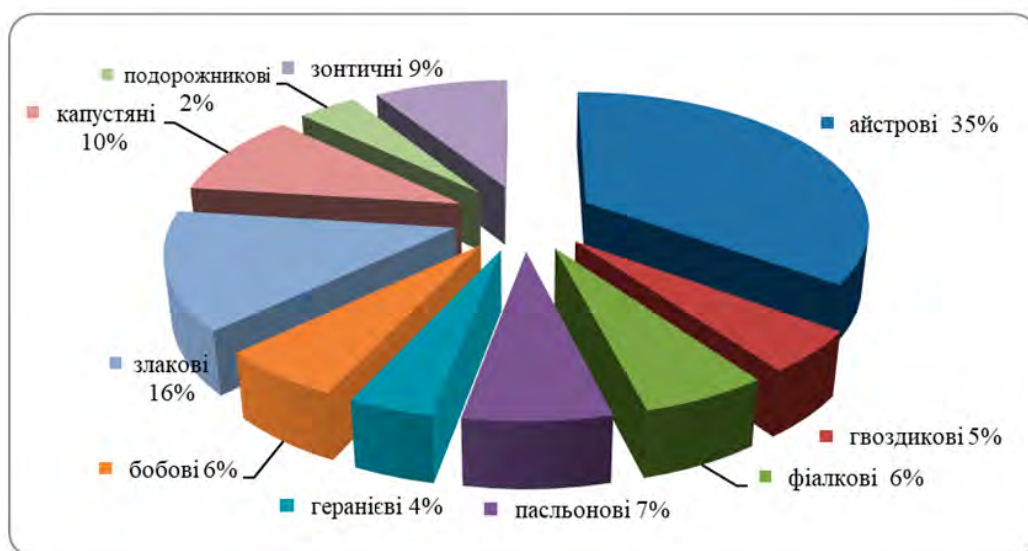


Рис. 3. Ботанічна структура рослинності на відстані 15–25 м від складу.

Таблиця 1 – Вміст хлорорганічних пестицидів у рослинах

Вид рослини	Вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ, мкг/кг		
	у ризосферному ґрунті	у рослинах	Коефіцієнти накопичення, %
Полин гіркий	3562,6± 231,2	534,1±17,1	14,9
Кульбаба лікарська	2763,0± 25,4	324,7±19,8	11,7
Деревій звичайний	322,5±1,4	211,7±3,5	6,5
Полин звичайний	1834,9± 145,2	187,5±6,7	10,2
Пирій повзучий	1567,0± 22,7	97,3±1,5	6,2
Куничник наземний	935,4±2,6	83,2±0,7	8,8
Тонконіг лучний	756,6± 5,2	76,3±4,6	10,0

Слід зазначити, що більшість представлених видів – багаторічні рослини, здатні рости в умовах фітотоксичності ґрунту і накопичувати ДДТ та його метаболіти у значних кількостях у тканинах коренів [13, 16]. Це свідчить про можливість застосування цих видів як фітостабілізаторів СОЗ у ґрунті для запобігання міграції токсикантів у суміжні середовища.

Грубим порушенням санітарних вимог є недотримання меж захисних зон навколо складів отрутохімікатів. Дуже часто санітарно-захисні зони вводять у загальне сільськогосподарське землекористування без попереднього обстеження, що становить небезпеку забруднення сільськогосподарської продукції стійкими токсикантами, зокрема ХОП.

Зважаючи на значне забруднення ґрунтів досліджуваних територій залишками пестицидів, їх здатність до міграції та накопичення токсикантів у ланцюгу ґрунт – рослина, здійснено визначення вмісту залишкових кількостей пестицидів у зразках сільськогосподарських рослин, вирощених на ґрун-

тах, які забруднені стійкими органічними забруднювачами [20].

Дослідження проводили у господарстві ТОВ «Інтерагроінвест», філія Торчиця Ставищенського району, де попередніми дослідженнями встановлено забруднення ґрунту на рівні 304 ГДК. Досліджувані об'єкти: люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь ярий. Рослини відбирали на відстані 15–25 м від джерела забруднення. Результати досліджень наведено у таблиці 2.

Вміст суми ізомерів і метаболітів ДДТ у біомасі люцерни та коренеплодах буряків цукрових, які вирощували на прилеглих до недіючих складів отрутохімікатів сільськогосподарських угіддях, перевищує гранично допустимі концентрації в 1,7 та 3,7 рази відповідно. У зерні пшениці озимої, кукурудзи та ячменю ярого виявлено незначні концентрації (0,0031–0,0058 мг/кг), що зумовлено досить слабкою здатністю до накопичення хлорорганічних пестицидів зерновими культурами.

Таблиця 2 – Вміст залишкових кількостей ДДТ у сільськогосподарських культурах, мг/кг

Населений пункт	Роки досліджень	Культура	Пестицид	Вміст, мг/кг	МДР, мг/кг	Контроль, мг/кг (понад 300 м від складу)
с. Торчиця	2020	Люцерна	4,4'	0,034	0,05	0,0062
			4,4'	0,022		н.в.
			4,4'	0,028		н.в.
			Σ	0,084		0,0062
	2021	Пшениця озима (зерно)	4,4'	0,0039	0,02	н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			Σ	0,0039		н.в.
	2022	Буряки цукрові (коренеплоди)	4,4'	0,15	0,1	0,048
			4,4'	0,10		н.в.
			4,4'	0,12		н.в.
			Σ	0,37		0,048
	2023	Кукурудза (зерно)	4,4'	0,0058	0,02	н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			Σ	0,0058		н.в.
	2024	Ячмінь ярий (зерно)	4,4'	0,0031	0,02	н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			4,4'	н.в.		н.в.
			Σ	0,0031		н.в.

Примітка: н.в. – не виявлено.

Висновок. Встановлено, що із віддаленням від складів різноманітність рослин збільшується, кількість класів зростає. Водночас слід зазначити, що айстрові та злакові є найбільш стійкими до отрутохімікатів, зокрема до хлорорганічних сполук.

Отже, проаналізувавши отримані результати досліджень, можна стверджувати, що недіючі склади отрутохімікатів є потужними джерелами забруднення довкілля, особливо ґрунтів сільськогосподарського призначення, сільськогосподарських рослин, що вирощують в безпосередній близькості від складів. Через надходження ксенобіотиків до трофічних ланцюгів виникає велика загроза здоров'ю людини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпук Л.М., Караульна В.М. Стан зберігання та знешкодження непридатних пестицидів на території Ставищенського району Київської області. The development of nature sciences: problems and solutions: the international research and practical conference. Brno, Czech Republic, 2018. P. 74–76.
2. Карпук Л.М., Караульна В.М. Утилізація забрудненої ДДТ фітомаси за анаеробних умов. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28. С. 92–96.
3. Karpuk L.M., Krykunova O.V. Assessment of soil and soil trophic chains contamination by persistent organic pollutants. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. 8(2). P. 42–53. DOI: 10.15421/2018_308.
4. Karaulna V.M., Prymak I.D. Migration of stable organic soil contaminants in a link of trophic chains. Eurasian Journal of Analytical Chemistry. 2018. 13(4). emEJAC040532018. P. 662–671.
5. Grabovska T.O. Effect of organic farming on insect diversity. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(3). P. 96–101. DOI: 10.15421/2020_174
6. Moklyachuk L. Preliminary assessment potential for phytoremediation in Ukraine. Phytotechnologies to promote sustainable land use and improve food safety: 1st Scientific Workshop COST. Pisa, Italy, 2005. Action 859. P. 180–181.
7. Moklyachuk L.I., Patyka V.P., Kulakow P.A., Sorochinsky B.V. Phytotechnologies for management of radionuclide and obsolete pesticide contaminated soil in Ukraine. 3rd International Phytotechnologies Conference. Atlanta, Georgia, USA, 2005. P. 31–32.
8. Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup, EPA 542-R-01-006. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office. 2001. URL: <http://www.brownfieldstsc.org>
9. Слободенюк О.А. Накопичення хлорорганічних пестицидів рослинами родини гарбузових з дерново-підзолистого ґрунту. 36. наук. пр. Київ: ННЦ ІЗ УААН, 2007. Вип. 1. С. 66–71.
10. Мерзлов С.В. Вміст 4,4 дихлордифенілтрихлоретану та його похідних у молоці корів

Сквирського району у залежності від його хімічного складу та пори року. Науковий вісник НЛТУ. 2015. № 25.8. С. 143–147.

11. Моклячук О. Модель екологічного ризику забруднення ґрунтів стійкими хлорорганічними пестицидами. Тези міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». 2013. С. 115–117.

12. Моклячук Л.І. Моніторинг ботанічної структури та вмісту ДДТ у ґрунті на території хіміскладів Ставищенського району Київської області. Науковий вісник НЛТУ. 2015. № 25.6. С. 143–147.

13. Склади по зберіганню непридатних пестицидів (карту Сквирського району взято з електронного ресурсу). URL: <http://meget.kiev.ua/karti/karta-oblasti/skvirskiy-rayon>

14. ДСТУ ISO 10382:2004. Якість ґрунту. Визначення хлорорганічних пестицидів та поліхлордифенілів. Газово-хроматографічний метод з детектуванням захопленням електронів. [Чинний від 01.05.06]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 13 с.

15. Лоханська В.Й. Вивчення забруднення агроценозів пестицидами. Наукові доповіді НАУ. 2008. № 2 (10). URL: <http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>.

16. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>

17. Ліщук А.М. Екотоксикологічна оцінка асортименту пестицидів у господарствах Ставищенського району Київської області. Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». Київ, 2013. С. 102–105.

18. Мельничук С.Д. Склади непридатних пестицидів – потенційне джерело забруднення продуктів харчування тваринного походження. Науковий вісник НАУ. 2006. № 102. С. 217–223. 2007. № 1. С. 45–47.

19. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text>

20. «Скажемо «ні» забрудненню ґрунтів!» (n.d.). Agroelita.info. URL: <https://agroelita.info/skazhemo-ni-zabrudnennyu-gruntiv/>

REFERENCES

1. Karpuk, L.M., Karaulna, V.M. (2018). Stan zberihannia ta zneskodzhennia neprydatnykh pestytsydiv na terytorii Stavyschenskoho raionu Kyivskoi oblasti [The state of storage and disposal of unsuitable pesticides in the Stavyshche district of Kyiv region]. The development of nature sciences:

problems and solutions: the international research and practical conference. Brno, Czech Republic, pp. 74–76.

2. Karpuk, L.M., Karaulna, V.M. (2018). Utylizatsiia zabrudnenoї DDT fitomasy za anaerobnykh umov [Utilization of DDT-contaminated phytomass under anaerobic conditions]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine]. Vol. 28, pp. 92–96.

3. Karpuk, L.M., Krykunova, O.V. (2018). Assessment of soil and soil trophic chains contamination by persistent organic pollutants. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 8(2), pp. 42–53.

4. Karaulna, V.M., Prymak, I.D. (2018). Migration of stable organic soil contaminants in a link of trophic chains. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*. no. 13(4), pp. 662–671.

5. Grabovska, T.O. (2020). Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 10(3), pp. 96–101.

6. Moklyachuk, L. (2005). Preliminary assessment potential for phytoremediation in Ukraine. *Phytotechnologies to promote sustainable land use and improve food safety: 1st Scientific Workshop COST*. Pisa, Italy, Action 859, pp. 180–181.

7. Moklyachuk, L.I., Patyka, V.P., Kulakow, P.A., Sorochinsky, B.V. (2005). Phytotechnologies for management of radionuclide and obsolete pesticide contaminated soil in Ukraine. *3rd International Phytotechnologies Conference*. Atlanta, Georgia, USA, pp. 31–32.

8. *Brownfields Technology Primer: Selecting and Using Phytoremediation for Site Cleanup*, EPA 542-R-01-006. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office. 2001. Available at: <http://www.brownfieldstsc.org>.

9. Slobodeniuk, O.A., Moklyachuk, L.I., Andriienko, H.H. (2007). Nakopychennia khloroorganichnykh pestytsydiv roslynam rodyny harbuzovykh z derno-podzolytoho hruntu [Accumulation of organochlorine pesticides by plants of the pumpkin family from sod-podzolic soil]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS IZ UAAN* [Collection of scientific works of the SSC IZ UAAN]. Issue 1, pp. 66–71.

10. Merzlov, S.V., Karaulna, V.M. (2015). Vmist 4,4 dykhlordyfenyltrykhloretanu ta yoho pokhidnykh u molotsi koriv Skvyrskoho raionu u zalezhnosti vid yoho khimichnoho skladu ta pory roku [The content of 4,4 dichlorodiphenyltrichloroethane and its derivatives in the milk of cows of the Skvyra district depending on its chemical composition and season]. *Naukovyi visnyk NLTU* [Scientific Bulletin of NLTU]. no. 25.8, pp. 143–147.

11. Moklyachuk, O., Moklyachuk, T., Monarkh, V. (2013). Model ekolohichnoho ryzyku zabrudnennia hruntiv stiikymy khloroorganichnymy pestytsydami [Model of ecological risk of soil contamination with persistent organochlorine pesticides]. *Tezy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi»*

[Abstracts of the international scientific and practical conference "Ecological safety and balanced nature management in agricultural production"]. pp. 115–117.

12. Moklyachuk, L.I. (2015). Monitorynh botanichnoi struktury ta vmstu DDT u hrunti na terytorii khimskladiv Stavyshechenskoho raionu Kyivskoi oblasti [Monitoring of the botanical structure and DDT content in the soil on the territory of chemical warehouses in the Stavysheche district of Kyiv region]. *Naukovyi visnyk NLTU* [Scientific Bulletin of NLTU]. no. 25.6, pp. 143–147.

13. Sklady po zberihanniu neprydatnykh pestytsydiv [Warehouses for storing unsuitable pesticides]. Available at: <http://meget.kiev.ua/karti/karta-oblasti/skvirskiy-rayon>.

14. DSTU ISO 10382:2004. Yakist hruntu. Vyznachennia khloroorganichnykh pestytsydiv ta polikhlorfeniliv [Soil quality. Determination of organochlorine pesticides and polychlorophenyls]. Chynnyj vid 01.05.06. [Effective from 01.05.06]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2004, 13 p.

15. Lokhanska, V.Y. (2008). Vyvchennia zabrudnennia ahrotsenoziv pestytsydami [Study of pesticide contamination of agroecosystems]. *Naukovi dopovidi NAU* [Scientific reports of NAU]. no. 2(10). Available at: <http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>.

16. Derzhavnyi reistr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [State register of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine]. Available at: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-ahrohimikativ-dozvolenykh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>.

17. Lishchuk, A.M. (2013). Ekotoksykologichna otsinka asortymentu pestytsydiv u hospodarstvakh Stavyshechenskoho raionu Kyivskoi oblasti [Ecotoxicological assessment of the range of pesticides in farms of the Stavysheche district of Kyiv region]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi»* [International scientific and practical conference "Ecological safety and balanced nature management in agricultural production"]. Kyiv, pp. 102–105.

18. Melnychuk, S.D. (2006). Sklady neprydatnykh pestytsydiv – potentsiine dzherelo zabrudnennia produktiv kharchuvannia tvarynnoho pokhodzhennia [Warehouses of unsuitable pesticides as a potential source of contamination of food products of animal origin]. *Naukovyi visnyk NAU* [Scientific Bulletin of NAU]. no. 102, pp. 217–223.

19. Dopustymi dozy, kontsentratsii, kilkosti ta rivni vmstu pestytsydiv u silskohospodarskii syrovyni [Permissible doses, concentrations, quantities and levels of pesticides in agricultural raw materials]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0137588-01#Text>.

20. "Skazhemo «ni» zabrudnenniu hruntiv!" (n.d.). Agroelita.info. Available at: <https://agroelita.info/skazhemo-ni-zabrudnenniu-gruntiv/>

Residual amounts of organochlorine pesticides in the soil of edaphotopes near poisonous chemical warehouses in Kyiv region**Karaulna V., Karpuk L., Matskevych V., Filipova L., Yezerkovska L., Pavlichenko A., Yezerkovskiy A., Titarenko O.**

Old, inactive pesticide storage facilities are a critical source of chemical pollution, posing a long-term threat to environmental components, especially soils, surface and groundwater, as well as for public health. Despite international and national bans, organochlorine pesticides (OCPs), in particular DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) and its metabolites, continue to exist and migrate in the soil cover due to their extremely high persistence, low water solubility, and bioaccumulation capacity. This requires constant monitoring and development of effective remediation methods. The aim of the study was to assess the level and characteristics of soil and vegetation contamination with persistent OCPs, as well as to investigate the phytoremediation and phytostabilization properties of local vegetation near inactive pesticide storage facilities. The research was conducted in 2020–2024 in Stavyshe and Skvyra districts of Kyiv region, where old agrochemical storage facilities are located. It has been established

that the content of DDT and its metabolites in the soil in the areas near the warehouses exceeds the established hygienic standards (MPC). This confirms that old warehouses are a powerful source of secondary pollution. The dominant component of pollution is DDE (dichlorodiphenylethylene) – the key, most persistent metabolite of DDT, the share of which is up to 70 % of the total amount of detected POPs. The high proportion of DDE indicates a significant antiquity of pollution and intensive processes of its biodegradation (dechlorination) in the soil. Botanical diversity demonstrates a clear dependence, increasing with distance from the immediate area of the warehouse. The greatest resistance to conditions of chronic chemical stress was demonstrated by representatives of the Asteraceae and Poaceae families, which indicates their high tolerance. A number of accumulator species were identified that are able to actively accumulate POPs in their biomass. In particular, wormwood (*Artemisia absinthium*) and dandelion (*Taraxacum officinale*) showed significant concentrations of toxicants, indicating their potential as phytostabilizers capable of localizing pollution and preventing its further spread.

Key words: organochlorine pesticides, soil contamination, pesticide warehouses.



Copyright: Караульна В.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**ORCID iD:**

Караульна В.М.	https://orcid.org/0000-0002-9141-9880
Карпук Л.М.	https://orcid.org/0000-0002-5860-5286
Мацкевич В.В.	https://orcid.org/0000-0002-9314-8033
Філіпова Л.М.	https://orcid.org/0000-0002-7447-5418
Єзерковська Л.В.	https://orcid.org/0000-0002-6644-120X
Павліченко А.А.	https://orcid.org/0000-0002-4795-5643
Тітаренко О.С.	https://orcid.org/0000-0002-0631-3353