

## Assessment of soil and soil trophic chains contamination by persistent organic pollutants

V.S. Khahula, V.M. Karaulna, L.V. Bogatyr, L.M. Karpuk, O.V. Krykunova, A.A. Pavlichenko

*Bila Tserkva National Agrarian University pl. 8/1 Soborna, Bila Tserkva, Kyivska oblast, 09117 Ukraine*  
E-mail: [karaulnav@ukr.net](mailto:karaulnav@ukr.net), [mila.bohatyr@gmail.com](mailto:mila.bohatyr@gmail.com), [lesya.karpuk@ukr.net](mailto:lesya.karpuk@ukr.net), [olenakrikunova@gmail.com](mailto:olenakrikunova@gmail.com),  
[pavlichenkoaa@ukr.net](mailto:pavlichenkoaa@ukr.net)

**Received: 21.02.2018. Accepted: 28.03.2018**

Ukraine ratified the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) in 2001, and is now a party to this Convention. First, 12 POPs were introduced into the annexes to the Convention, nine of which are pesticides, and today the list includes 21 highly hazardous chemicals, posing a global threat to human health and the environment. Since POPs accumulate precisely in the fatty tissues of living organisms, people, as representatives of the upper stages of the food chain, are most vulnerable to the effects of POPs. The purpose of the research was to provide scientific substantiation of the agroecological assessment of soil contamination and components of the trophic chains by persistent organic pollutants. The research was conducted based on the Department of Ecotoxicology of the Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Sciences of Ukraine. Field experiments were carried out during 2012-2014 in the territories around non-operational warehouses of pesticides and on agricultural land located around the non-operational warehouses of poison chemicals located within the farms of Intergroinvest LLC Stavishchensky District and TzdV Shamraievsky Sugar Plant in the Skvirsky District of the Kyiv Oblast. Warehouses are in unsatisfactory condition, the buildings are partially destroyed, they are not closed, walls and ceilings are sometimes lacking; only some remnants of buildings remain in some warehouses, which indicates that the precipitates are freely entering the middle of buildings, which facilitates the migration of toxic compounds into objects the environment. The soil of the sanitary-protective zones of the poisons of Stavishchensky and Skvirsky districts contains significant amounts (22 - 145 MAC) of the remains of stable HOPs and serves as a powerful source of income for the following units of the trophic chains. To establish a large migration of organochlorine pesticides from the source of pollution, samples of soil, selected at 1, 5, 15, 25, 50, and 100 m from the composition of pesticides, were analyzed. All soil samples contain residual amounts of DDT that significantly exceed the established hygiene standards. Thus, the content of the sum of isomers and DDT metabolites in soil samples taken in the northern direction from the composition is 2.18 - 30.38 mg / kg of soil, which exceeds the MPC by 21.8 - 303.8 times. In general, there is a tendency for a gradual reduction of contamination by organochlorine pesticide residues as far as the separation from the composition, however, even at 100 m the content of the sum of isomers and metabolites of DDT exceeds the established hygienic norms, which requires additional inspections of the territory to establish limits of the contaminated zone. 2,4'-DDT was identified in a sample of soil, selected directly near the building of the warehouse (at 1 m), and significant samples (3-54 MAC) of 4,4'-DDT were found in all samples, which is a source, non-metabolized pesticide substance. High concentrations in the soil of 4,4'-DDT indicate the potential for pollution of the territory by persistent organochlorine pesticides and, consequently, toxic effects on the soil microflora, which causes inhibition of the microbiological decay of xenobiotics. The main part (about 62%) of the total amount of isomers and metabolites of DDT is the most stable metabolite of 4,4'-DDE. Its content in soil samples ranges from 1.32 mg / kg of soil at 100 m from the composition to 18.42 mg / kg of soil at 25 m from the composition of the pesticides. A similar situation regarding soil contamination with organochlorine pesticides is observed in the southern direction. Polychlorobiphenyls are compounds that are extremely stable in the environment. PCBs are among the globally distributed pollutants because of their high persistence and high utilization rates. In a layer of soil (0-20 cm), PCB was found at a concentration of 0.04 mg / kg at 50 m from the composition, to 0.37 mg / kg at 5 m from the composition. In the samples of the subterranean (20-40 cm) soil layer, the minimum values (0,01 mg / kg) were recorded at 50 m from the composition, the maximum value (0,10 mg / kg) at 5 m. The amounts of PCBs found indicate application in the past pesticides, which included polychlorinated biphenyls. Thus, the soils of the sanitary-protective zones of the composition of poison chemicals in the Stavishchensky district have a complex contamination with dangerous persistent organic pollutants (organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls).

**Keywords:** persistent organic pollutants; organochlorine pesticides; polychlorinated biphenyls; compositions of pesticides

# Агроекологічна оцінка забруднення компонентів трофічних ланцюгів стійкими органічними забруднювачами

**В.С. Хахула, В.М. Караульна, Л.В. Богатир, Л.М. Карпук, О.В. Крикунова, А.А. Павліченко**

*Білоцерківський національний аграрний університет*

*Площа соборна 8/1, м. Біла Церква, Київська область, Україна*

*E-mail: [karauonav@ukr.net](mailto:karauonav@ukr.net), [mila.bohatyr@gmail.com](mailto:mila.bohatyr@gmail.com), [lesya.karpuk@ukr.net](mailto:lesya.karpuk@ukr.net), [pavlichenkoa@ukr.net](mailto:pavlichenkoa@ukr.net)*

Україна ратифікувала Стокгольмську конвенцію про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) у 2001 р., і нині є стороною цієї Конвенції. Спочатку до додатків конвенції було внесено 12 СОЗ, дев'ять з яких – пестициди, а на сьогодні цей перелік налічує 21 високонебезпечну хімічну речовину, що створюють глобальну загрозу для здоров'я людини і навколишнього природного середовища. Оскільки СОЗ накопичуються саме в жирових тканинах живих організмів, людина, як представник верхнього щабля харчового ланцюга, виявляється найбільш уразливою до впливу СОЗ. Метою досліджень було наукове обґрунтування агроекологічного оцінювання забруднення ґрунту та компонентів трофічних ланцюгів стійкими органічними забруднювачами. Дослідження проводились на базі відділу екотоксикології Інституту агроекології і природокористування НААН. Польові дослідження проводили протягом 2012–2014 рр. на територіях навколо недіючих складів отрутохімікатів та на сільськогосподарських угіддях, що розміщуються навколо недіючих складів отрутохімікатів, які розташовані в межах господарств ТОВ «Інтерагроінвест» Ставищенського району та ТЗДВ «Шамраївський цукровий завод» Сквирського району Київської області. Складські приміщення знаходяться у незадовільному стані, будівлі напівзруйновані, не замикаються, подекуди відсутні стіни та стеля, від деяких складів залишились тільки рештки будівель, а це свідчить про те, що опади вільно надходять в середину будівель, що сприяє міграції токсичних сполук у об'єкти довкілля. Ґрунт санітарно-захисних зон складів отрутохімікатів Ставищенського та Сквирського районів містить значні кількості (22 – 145 ГДК) залишків стійких ХОП і виступає потужним джерелом надходження у наступні ланки трофічних ланцюгів. З метою встановлення просторої міграції хлорорганічних пестицидів від джерела забруднення проаналізовано зразки ґрунту, відібрані на відстані 1, 5, 15, 25, 50 та 100 м від складу отрутохімікатів. Всі зразки ґрунту містять залишкові кількості ДДТ, що значно перевищують встановлені гігієнічні нормативи. Так, вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ у зразках ґрунту, відібраних у північному напрямку від складу становить 2,18 – 30,38 мг/кг ґрунту, що перевищує ГДК у 21,8 – 303,8 разів. Загалом, спостерігається тенденція поступового зниження забруднення залишками хлорорганічних пестицидів по мірі віддалення від складу, проте, навіть на відстані 100 м вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ перевищує встановлені гігієнічні нормативи, що вимагає додаткових обстежень території з метою встановлення меж забрудненої зони. У зразку ґрунту, відбраному безпосередньо біля будівлі складу (на відстані 1 м) ідентифіковано 2,4'-ДДТ та в усіх зразках виявлено значні кількості (3-54 ГДК) 4,4'-ДДТ, що є вихідною, неметаболізованою пестицидною речовиною. Високі концентрації у ґрунті 4,4'-ДДТ свідчать про потужність забруднення території стійкими хлорорганічними пестицидами і, як наслідок, токсичної дії на мікрофлору ґрунту, що спричиняє пригнічення процесу мікробіологічного розкладу ксенобіотика. Основну частину (близько 62%) від загальної кількості суми ізомерів та метаболітів ДДТ складає найбільш стійкий метаболіт 4,4'-ДДЕ. Його вміст у зразках ґрунту коливається в межах від 1,32 мг/кг ґрунту на відстані 100 м від складу до 18,42 мг/кг ґрунту на відстані 25 м від складу отрутохімікатів. Аналогічна ситуація щодо забруднення ґрунту хлорорганічними пестицидами спостерігається і у південному напрямку. Поліхлордифеніли – сполуки, які надзвичайно стійкі у довкіллі. ПХД належать до числа розповсюджених у глобальному масштабі забруднюючих речовин через їхню високу персистентність і значний обсяг застосування. В орному (0 – 20 см) шарі ґрунту знайдено ПХД у концентрації 0,04 мг/кг на відстані 50 м від складу, до 0,37 мг/кг на відстані 5 м від складу. У зразках підорного (20 – 40 см) шару ґрунту мінімальні значення (0,01 мг/кг) зафіксовано на відстані 50 м від складу, максимальне значення (0,10 мг/кг) на відстані 5 м. Знайдені кількості ПХД свідчать про застосування у минулому пестицидів, до складу яких входили поліхлоровані дифеніли. Таким чином, ґрунти санітарно-захисних зон складу отрутохімікатів Ставищенського району мають комплексне забруднення небезпечними стійкими органічними забруднювачами (хлорорганічними пестицидами та поліхлорованими дифенілами).

**Ключові слова:** стійкі органічні забруднювачі; хлорорганічні пестициди; поліхлоровані дифеніли; склади отрутохімікатів

## Вступ

Україна ратифікувала Стокгольмську конвенцію про стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) у 2001 р., і нині є стороною цієї Конвенції. Спочатку до додатків конвенції було внесено 12 СОЗ, дев'ять з яких – пестициди, а на сьогодні цей перелік налічує 21 високонебезпечну хімічну речовину, що створюють глобальну загрозу для здоров'я людини і навколишнього природного середовища. Оскільки СОЗ накопичуються саме в жирових тканинах живих організмів, людина, як представник верхнього щабля харчового ланцюга, виявляється найбільш уразливою до впливу СОЗ. Конвенцією

заборонено виробництво і використання пестицидів, яким властиві характеристики стійких органічних забруднювачів. Довготривале використання та зберігання стійких пестицидів на території України спричинило забруднення ґрунтів високими концентраціями цих сполук у місцях розташування складів отрутохімікатів. В Україні налічувалося понад 5 тис. таких складів. У колишньому Радянському Союзі виробництво і використання ДДТ почалося у 1946 р. Упродовж 50–70-х років використовували близько 20 тис т ДДТ у рік. У 1970–х роках ДДТ було виключено із офіційного списку пестицидів, які використовували у сільському господарстві. Однак і після цього, виробництво і застосування ДДТ не припинилося. Навіть у 1986 р, через 16 років після офіційної заборони, виробництво ДДТ становило 10 тис т у рік, що зумовило забруднення довкілля. Особливу тривогу викликала присутність ДДТ у грудному молоці. Медиками доведено зв'язок важких захворювань, що викликають втрату працездатності людини, з впливом СО<sub>2</sub>, навіть за незначних їх концентрацій у продуктах харчування. За висновками, опублікованими у спільній доповіді експертів Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) і Програми арктичного моніторингу та оцінки (АМАП) «Зміна клімату і СО<sub>2</sub>: прогноз наслідків», виявлено вплив між зміною клімату та надходженням СО<sub>2</sub> у довкілля. У документі йдеться, що за підвищення температури не лише підсилюються первинні викиди СО<sub>2</sub>, але й підвищується вторинне виділення СО<sub>2</sub> в атмосферу під час танення льодовиків і вічної мерзлоти, а також із забруднених земель та місць складування відходів.

Попередніми роботами вітчизняних та зарубіжних учених: М.Г. Проданчука, М.А. Клісенко, С.Д. Мельничука, Л.І. Моклячук, Т.Л. Макачук, В.Ф. Демченко, Дж. Вайта, Б. Зіб, А. Нуржанової впродовж 1995 – 2015 рр. розроблено наукові основи оцінювання негативного впливу для людини та довкілля застарілих пестицидів, що належать до СО<sub>2</sub>, та заходи з ремедіації забруднених ними ґрунтів.

Але зважаючи на розширення переліку СО<sub>2</sub> Стокгольмської конвенції, визнання ЮНЕП, що реформування поводження з хімічними речовинами необхідно проводити в контексті зростаючого впливу зміни клімату на викиди хімічних речовин, їх перенесення, розкладання, рівні експозиції і токсичність та велику кількість медичних доказів зв'язку СО<sub>2</sub> з важкими захворюваннями, зростає актуальність продовження досліджень у цьому напрямі.

Одним із негативних факторів, що впливає на загальний стан довкілля, є хімічне забруднення. Особливо небезпечним є забруднення ґрунтів стійкими органічними забруднювачами (СО<sub>2</sub>), до яких серед числа інших належать хлорорганічні пестициди. Сьогодні заборонено їх використання та виробництво, але залишки пестицидів через їх стійкість досі мігрують у довкіллі. Потребує вирішення проблема накопичення у складах, що перебувають у незадовільному експлуатаційному стані, значних запасів отрутохімікатів, які постійно надходять у прилеглі до складів об'єкти довкілля: ґрунт, повітря, воду, рослини (Data from the Department of Ecology, 2015).

Відсутня поінформованість населення про небезпеки, пов'язані з непридатними пестицидами, що не дозволяє їм мати власне свідоме ставлення до джерел забруднення та їхнього впливу. Часто люди використовують легкодоступні НП в якості придатних засобів захисту рослин, а будівельні матеріали з напіврозвалених складів чи тару від НП у домашньому господарстві, наражаючи на небезпеку отруєння себе та інших (Warehouses for storage of unsuitable pesticides (the map of Stavishchensky district is taken from the electronic resource).

Зберігання агрохімікатів і пестицидів можливе тільки у спеціально пристосованих для цього складах, які відповідають вимогам СНІП – 108 – 78 «Склади сухих мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин» і «Норми технологічного проектування складів твердих мінеральних добрив». Зберігання пестицидів на складах дозволяється тільки після узгодження з установами санепідем служби, охорони природи і отримання паспорта. Паспортизація здійснюється щорічно. Пестициди повинні мати необхідне маркування на кожній пакувальній одиниці зберігання: підприємство-виробник із його товарним знаком, найменування препарату і вміст діючої речовини у відсотках; група пестициду; знак безпеки; маса нетто; номер партії; дата виготовлення. Зберігання і використання пестицидів здійснюється відповідно до Закону України «Про пестициди і агрохімікати»; Постанови Кабміну від 27 березня 1996 р. N 354 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ N 433 від 07.05.2008 «Про затвердження Порядку вилучення, утилізації, знищення та знешкодження непридатних або заборонених до використання пестицидів і агрохімікатів та тари від них»; Державними санітарними правилами ДСП 8.8.1.2.001-98 «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві» (Agricultural management materials of Stavishche district).

Нині на території України нараховують 109 складів централізованого зберігання хімічних засобів захисту рослин та біля 5000 складів, які знаходяться в господарствах різних форм власності, куди також входять, так звані, «гарячі точки» – місця де раніше знаходились склади отрутохімікатів (Lischuk et al., 2013).

За даними Департаменту екології та природних ресурсів у Київській області станом на 01.01.2014 р. накопичено 362,221 тонн непридатних до використання та заборонених до використання у сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин, що потребують ліквідації. На території області знаходиться 183 склади, у яких впродовж минулих років зберігали пестициди. Із загальної кількості складів 137 знаходяться у незадовільному стані, 30 – у задовільному стані та 16 – у доброму стані, деякі склади і нині функціонують. Найбільша кількість складів – 26, знаходиться у Бородянському районі, найменша кількість у Васильківському – 1. Найбільший залишок отрутохімікатів виявлено у Бородянському районі – 123,586 т, найменша кількість препаратів – 1,2 т у Обухівському районі.

Токсичні препарати та їх невідомі суміші не вивезено з будівель складів. Найбільший залишок отрутохімікатів виявлено у Бородянському – 123,586 т та у Білоцерківському – 49,745 т районах. Найменша кількість препаратів – 1,2 т у Обухівському та Яготинському районах.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів (2015 р.) на території Київської області непридатні до використання пестициди у кількості 436,521 тонн зберігаються у 22 складах різних форм власності. Даних щодо вивезення та утилізації пестицидів за період 2014 – 2015 років не надано. Тобто існує неузгодженість між кількістю існуючих на території Київської області складів отрутохімікатів та обсягів пестицидів, що там зберігаються (Bakhtatska, 2002).

Мінімальна величина санітарно-захисної зони – 200 м. Цей показник збільшується в залежності від ємності складу. Таким чином навколо кожного складу утворилась зона кризового забруднення не менше 12,6 га. Загальна кількість складів по території Київської області становить 183 будівлі. Тому можна стверджувати про наявність, як мінімум 2298,5 га ґрунтів забруднених стійкими органічними забруднювачами.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів на території Сквирського району знаходиться 10,4 тонн непридатних пестицидів, що зберігаються у м. Сквирі на території ВАТ «Райагрохім» у затареному в пластикові ємності вигляді, а у Ставищенському районі у с. Юрківка накопичено 20,0 тонн непридатних пестицидів. Проте, за власними дослідженнями, значна кількість відходів пестицидів у зіпсованій тарі знаходиться у складах агрохімікатів різних форм власності на територіях населених пунктів Сквирського та Ставищенського районів. Тобто стверджувати про централізований збір, контейнеризацію та утилізацію зіпсованих пестицидів не можна, а тому залишається вкрай актуальним питання забруднення територій санітарно-захисних зон складів отрутохімікатів стійкими пестицидами, їх просторової міграції та надходження у трофічні ланцюги живлення.

Подальші дослідження, були направлені на проведення агроекологічної оцінки забруднення компонентів трофічних ланцюгів стійкими органічними забруднювачами на базі двох господарств: ТОВ «Інтерагроінвест» Ставищенського району та ТЗДВ «Шамраївський цукровий завод» Сквирського району Київської області. Вони є характерними господарствами Київської області з добре розвинутими рослинницькими та тваринницькими секторами. На території даних районів збереглась значна кількість складів отрутохімікатів з наявними в них залишками пестицидів. Встановлено грубе порушення щодо дотримання меж санітарно-захисних зон (сільськогосподарські угіддя знаходяться впритул до будівель складів отрутохімікатів: Ставищенський район). Склади побудовано на відстані 175–1925 м від населених пунктів у Ставищенському районі та на відстані 296–1250 м у Сквирському районі, що є недопустимим за санітарно-гігієнічними вимогами щодо експлуатації об'єктів такого роду.

За даними Управління сільського господарства Ставищенського району,клади отрутохімікатів наявні у 12 населених пунктах Ставищенського району Київської області. За даними Департаменту екології та природних ресурсів, всього в районі налічується 20,0 тонн непридатних та заборонених до використання пестицидів.

Усі досліджуваніклади ще у 80-90-х роках ХХ століття виведено з експлуатації. Детальні дослідження будівель показали, що майже в усіх складах присутні залишки непридатних та заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин. В більшості складів отрутохімікатів ідентифіковано суміші у твердому стані, розсипані та у бочках. Так у селах Торчиця, Винарівка, Іванівка, Гостра Могила, Красилівка та Попружна виявлено непридатні отрутохімікати, що знаходяться у пошкодженій тарі, а саме у розірваних мішках та дірявих, іржавих бочках, що призводить до самовільного витікання та перемішування. Дані речовини неможливо розпізнати та ідентифікувати через брак маркування. Такі суміші віднесено до групи В – не відомі суміші.

Отже, обстеження територій складів показали, що вивезення та утилізація отрутохімікатів у населених пунктах Ставищенського району не проводились.

Слід зауважити, щоклади не пристосовані для тривалого зберігання непридатних пестицидів. Встановлено, що навколо усіх досліджуваних складів відсутні огорожі та попереджувальні знаки. У селах Ставище, Бесідка, Журавлиха та Розкішна будівлі складів зруйновано повністю, а отрутохімікати знаходяться під відкритим небом. Складські приміщення у селах Торчиця, Винарівка, Іванівка, Гостра Могила, Юрківка та Попружна напівзруйновані, в деяких є дах та стіни. Таким чином є можливість вільного доступу населення до небезпечних отрутохімікатів. Недотримано санітарно-захисних зон. Поблизу складських приміщень розташовані сільськогосподарські угіддя, що спричиняє значну загрозу забруднення сільськогосподарської продукції залишками непридатних пестицидів. У селах Красилівка та Кривець будівлі знаходяться в доброму стані та нині функціонують.

Таким чином, більшість складських приміщень Ставищенського району не відповідають техніко-експлуатаційним вимогам, а накопичені в них непридатні пестициди та їх невідомі суміші виступають потужним джерелом пестицидного забруднення об'єктів довкілля.

За даними Департаменту екології та природних ресурсів у населених пунктах Сквирського району налічується 14 складів отрутохімікатів складські приміщення досить давно виведені з експлуатації та знаходяться у незадовільному стані.

Всього в районі налічується 10,4 тонн непридатних та заборонених до використання пестицидів. Усі препарати, які виявлено, розпізнати не можливо, суміші перебувають у твердому стані, розсипані та у іржавих бочках. За даними Департаменту екології та природних ресурсів у Сквирському районі накопичено 10,4 тонн непридатних до використання пестицидів, місце їх складування знаходиться у м. Сквирі, власник ВАТ «Райагрохім». За час проведення досліджень вивезення та утилізація отрутохімікатів у населених пунктах району не проводились.

Усі досліджуваніклади не пристосовані для тривалого зберігання непридатних пестицидів. Провівши детальне оцінювання складів та прилеглих до них територій встановлено, що навколо будівель відсутні огорожі та будь які застережливі знаки. У селах Кривошиїнці, Малі Лисівці, Великі Єрчики, Каленна та Великополовецьке будівлі складів повністю зруйновано. Складські приміщення у селах Сквирі, Пустоварівка, Самгородок, Ленінське, Дулицьке та Шамраївка напівзруйновані: в деяких є дах та стіни. Таким чином є можливість вільного доступу населення, тварин, а, особливо, дітей до небезпечних отрутохімікатів. Не дотримано санітарно-захисних зон, які мають становити не менше ніж 200 метрів від складу. Часто поблизу складських приміщень розташовано сільськогосподарські угіддя. Таким чином, існує загроза забруднення сільськогосподарської продукції, що вирощується поблизу складів, залишками непридатних пестицидів.

Провівши детальні дослідження та огляд складів у селах Пустоварівка, Самгородок, Ленінське, Дулицьке та Шамраївка виявлено значну кількість непридатних отрутохімікатів, що знаходяться у зіпсованій тарі, а саме у мішках та бочках, без



маркування. Речовини в такому стані неможливо розпізнати та ідентифікувати, так як тривалий час препарати були без нагляду та належного зберігання, відбулося витікання та самовільне перемішування препаратів, утворено нові невідомі суміші. Таким чином усі препарати можна віднести до групи В – невідомі суміші. У селах Оріховець, Мовчанівка та Рогізна будівлі знаходяться в доброму стані та нині функціонують.

Таким чином, у Сквирському та Ставищенському районах Київської області склалася характерна для України ситуація щодо зберігання непридатних пестицидів: в умовах сучасної економічної ситуації утилізації та знешкодження відходів пестицидів не проводяться, техніко-експлуатаційний стан більшості складських приміщень незадовільний, що вимагає постійного контролю за забрудненням в тому числі об'єктів навколишнього природного середовища, здійснення попереджувальних заходів для уникнення негативного впливу джерел надходження у довкілля токсикантів.

**Метою досліджень** було наукове обґрунтування агроекологічного оцінювання забруднення ґрунту та компонентів трофічних ланцюгів стійкими органічними забруднювачами.

## Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводились на базі відділу екотоксикології Інституту агроекології і природокористування НААН. Польові дослідження проводили протягом 2012–2014 рр. на територіях навколо недіючих складів отрутохімікатів та на сільськогосподарських угіддях, що розміщуються навколо недіючих складів отрутохімікатів, які розташовані в межах господарств ТОВ «Інтерагроінвест» Ставищенського району та ТЗДВ «Шамраївський цукровий завод» Сквирського району Київської області.

Складські приміщення знаходяться у незадовільному стані, будівлі напівзруйновані, не замикаються, подекуди відсутні стіни та стеля, від деяких складів залишилися тільки рештки будівель, а це свідчить про те, що опади вільно надходять в середину будівель, що сприяє міграції токсичних сполук у об'єкти довкілля.

Аналіз документації щодо будівництва та експлуатації складських приміщень вказує на значні порушення санітарних норм. Зокрема, у приміщеннях відсутні вентиляція, каналізація, спеціальні майданчики для протруювання насіння, стелажі та окремі перегородки для зберігання отрутохімікатів. Відмічено недотримання меж санітарно-захисної зони.

Аналіз журналів приходу – витрат, щодо обліку пестицидів, дав можливість встановити певний перелік препаратів, які зберігались на складах за час їхнього функціонування. Для захисту посівів використовували такі хімічні препарати: агрітокс, амофос, арцерід, альто, атразин, базулін, банкол, бактородентицид, бетанал – прогрес, базагран, 2,4,5-Т, бутапон, вінцит, волатон, вітавакс, гліфтор, гамма-ізомер ГХЦГ, децис, дурсбан, ДДТ, імпакт, кінмікс, карате, оксіхом, прометрин, регент, раксіл, рекс, симазин, сірка, сумі – альфа, сатіс, ТМТД, татту, тілт, тарга, 2,4-Д, трефлан, фастак, ф'юрі, фосфід цинку, фундазол, фюзілад, харнес, хлорофос, центуріон, шашки Т – 17, шогун. Серед перелічених препаратів найбільш стійкими у довкіллі та ґрунті є гамма-ізомер ГХЦГ, ДДТ та сим-триазинові гербіциди (Investment passport, 2012). Ґрунтово-кліматичні умови досліджень. Київська область розташована в середній течії Дніпра в двох ґрунтово-кліматичних зонах: північна частина в Українському Поліссі, південна – у Лісостепу. Клімат області – помірно-континентальний, характеризується теплим літом і помірно холодною зимою. Континентальність клімату наростає з заходу на схід. Середньорічна кількість опадів на заході близько 700 мм, на сході зменшується до 430 мм. Середня температура повітря за рік коливається в межах 6,3 – 7,0 °С, поступово підвищуючись з заходу на схід. Середня багаторічна температура найтеплішого місяця (липня) коливається в межах 19,8 – 21 °С, найхолоднішого місяця (січня) – від мінус 5,7°С до мінус 6,8 °С (Dmitruk, 1996). Відносна вологість повітря висока і становить в середньому за рік 80%, знижуючись влітку до 69 – 60% і підвищуючись взимку до 81%.

У загальній площі земель області сільськогосподарські угіддя становлять 1661,3 тис. га (59,0 %), ліси та лісо вкриті площі – 648,7 тис. га (23,0 %), внутрішні водойми – 175,1 тис. га (6,2%), забудовані землі – 135,0 тис. га (4,8 %), землі, зайняті під об'єктами промисловості, транспорту та військовими полігонами – 80,7 тис. га (2,9%), землі природоохоронного, рекреаційного та історико-культурного призначення (внесені до Державного земельного кадастру) – 46,0 тис. га (1,6%), інші землі (землі без рослинного покриву і заболочені землі) – 70,4 тис. га (2,5%) (On the basis..., 1968).

Різноманіття природних ресурсів Київської області створює необхідні умови для як розвитку господарської діяльності, так і забезпечення якості життя населення регіону. Водний потенціал області дозволяє забезпечувати водними ресурсами всі галузі економіки регіону, які у процесі свого виробництва використовують поверхневі і підземні води; стимулює подальший розвиток рибогосподарських підприємств і туристично-рекреаційної сфери.

Рівень лісистості по території області нерівномірний і коливається від 2,0 % в зоні Лісостепу до 53,8 % в зоні Полісся. Загальний запас деревостанів достатній для господарського використання лісових ресурсів в обсягах, що істотно не порушують їх вікову структуру. Наявність у північній частині області малородючих ґрунтів та значних площ непродуктивних угідь потребує їх виведення з господарського обігу шляхом виконання на них робіт із лісорозведення та залуження (History..., 1971).

Характеристика Сквирського району. Сквирський район розташований у правобережній частині України, південно-західній частині Київської області, на відрогах Придніпровської височини, в зоні Лісостепу, басейні річки Рось та її приток Роставиці, Кам'янки, Сквирки, Березянки та інших. Його рельєф уособлює собою плато із загальним пологим напрямом у східному напрямку і має вигляд хвилястої рівнини, що посічена досить густою мережею річкових долин та їх численних допливів, балок та ярів. Їх русла перетинають греблі – загати, що утворюють ставки.

На території району, площа якого 979,6 км<sup>2</sup> (3,5 % території області), із населенням станом на 1 січня 2012 року 39,0 тис. чоловік, за сучасним адміністративним поділом розташовано 50 населених пунктів, у тому числі 1 місто – районний центр і 49 великих і малих сіл. Об'єднуються вони в 28 територіальних громад (міську та 27 сільських). Густота населення

по району складає 41 чол. на 1 кв. км. На 1 січня 2012 року населення становить 16,8 тис. чоловік. Сквирський район межує з Фастівським, Білоцерківським і Володарським районами Київської області, Погребищенський районом Вінницької області, Ружинським і Попільнянським районами Житомирської області (Physico-chemical characteristics and use of soils of the forest-steppe).

Клімат району помірно-континентальний. Переважним направленням вітру є західне. Середньорічна температура повітря +6°C. Середня температура найтеплішого місяця липня +19°C, найхолоднішого – січня – 6°C. Максимальна температура повітря + 30°C, мінімальна – -25°C. Середньорічна кількість опадів – 540 міліметрів. Ґрунти в північній частині району – опідзолені чорноземи, а в південній частині – чорноземи малогумусні. В долинах балок і заплавах річок розповсюджені лучні і лучно-болотисті ґрунти. Вміст гумусу у верхньому родючому шарі чорноземів коливається в межах -2,1 – 3,8 %. Близько половини орних площ становлять кислі ґрунти (Cognitive Geography..., 1980).

Чорноземи опідзолені мають вторинне походження; вони утворилися з колишніх чорноземів у результаті опідзолення останніх під пологом лісу. Вони поєднують у собі ознаки чорноземів і підзолистих ґрунтів. Від перших ці ґрунти успадкували значну гумусованість та кротовинність профілю — релікт життєдіяльності степових землерийних тварин, переважно ховрахів. Наступний підзолистий процес ґрунтоутворення, який розвивався під впливом лісу, зумовив вилуженість цих ґрунтів від карбонатів, їхню кислотність і значну диференціацію профілю на горизонти вимивання і вмивання колоїдів. Чорноземи опідзолені характерні інтенсивнішою і глибшою гумусованістю і менш виявленими ознаками опідзолення. Їхній однорідний гумусовий горизонт здебільшого сягає глибини 40 см, а перехідний – 60-70 см. Ці ґрунти найбільш глибокі, добре гумусовані і вилужені від карбонатів (200 см і більше) на вододілах Опілля. Тут вони часто поверхнево слабо оглеєні (Uniform rules for the sampling of agricultural products, foodstuffs and environmental facilities for the determination of microcosmetics of pesticides).

За механічним складом ґрунти цієї групи є грубопилувато-легкосуглинковими, але дещо важчими, піж сірі опідзолені. Серед чорноземів опідзолених трапляються зрідка пилувато-середньосуглинкові різновиди; їхні фізичні властивості, зокрема структурність, кращі, ніж у сірих опідзолених.

Чорноземи малогумусні. За вмістом гумусу чорноземні ґрунти поділяють на малогумусні (3-5%) і середньогумусні (понад 6%). У південній смузі переважають чорноземи типові. Чим важчий гранулометричний склад ґрунту, тим вищий вміст гумусу. Отже, характерною ознакою чорноземних ґрунтів є нагромадження великої кількості стійких гумусових сполук. У метровому шарі ґрунту їх міститься 400-600 т/га. Вміст валового азоту в чорноземах становить 0,2-0,5%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,15-0,30 і K<sub>2</sub>O — близько 2,0-2,5%. Глибокий гумусовий горизонт із зернисто-грудкуватою структурою обумовлює сприятливі водно-повітряні властивості чорноземних ґрунтів — добру водопроникність, високі вологоємність і аерацію. Чорноземи мають також високу вбирну здатність (30-40 мг-екв/100 г ґрунту). Чорноземи типові мало- і середньогумусні добре насичені кальцієм і магнієм, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН =6,0 – 6,7), в карбонатних рН=6,8 – 7,0. У вилужованих відмінах кислотність водної витяжки дещо вища. Чорноземи вилужовані є малоструктурними і за гранулометричним складом переважно крупнопилувато-легкосуглинковими. Вони залягають на знижених елементах рельєфу, де сильніше промиваються і вилужуються. У зв'язку з цим погіршуються їхні фізичні та біологічні властивості, що перешкоджає нормальному розвитку рослин. У чорноземах вилужованих зменшується вміст гумусу, зростає кислотність ґрунтового розчину через вимивання карбонатів і заміну іонів Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> на іони H<sup>+</sup>. Чорноземи переважають у ґрунтового покриві Лівобережного Лісостепу України, а в Правобережному більші площі займають сірі лісові ґрунти з кислою реакцією. Серед них поширені світло-сірі, темно-сірі і чорноземи опідзолені.

Характеристика Ставищенського району. Ставищенський район розташований в південно-західній частині Київської області в межах Придніпровської височини Правобережного Лісостепу України.

Район межує: на півдні і південному сході – з Жашківським районом Черкаської області; на південному заході – з Тетіївським, на півночі – з Білоцерківським, на північному заході – з Володарським, на північному сході – з Таращанським районами Київської області. З півдня на північ територію району пересікають малі річки Торч та Тарган, із заходу на схід – Гнилий Тікич. Клімат району помірно-континентальний, м'який, вологий, з теплим тривалим літом та помірною, часом нестійкою, зимою з невеликим сніговим покривом та частими відлигами. Місцевість здебільшого рівнинна, ґрунти переважно чорноземи і сірі опідзолені ґрунти. Напрямок вітру: взимку переважають північно – західні, влітку південні та південно – східні. Середня температура січня -10 С, середня температура червня +16,5С. Середня вологість повітря влітку 80-75%, середня вологість повітря взимку 85-80%. Річні опади 590-605мм (Klisenko, 1983).

Територія району 67,4 тис. га, з якої землі державної власності 22,5 тис. га, приватної – 44,9 тис. га. Населення 28,1 тис. чол., в т.ч. сільське – 20,2 тис. чол., міське – 7,9 тис. чол.

До складу району входять 22 сільських та одна селищна ради, які об'єднують 30 населених пунктів з районним центром в селищі міського типу Ставище, що знаходиться за 126 км від обласного центру. Серед сіл району найбільше за чисельністю населення с. Розкішна (V. I. Chopik, L. G. Dudchenko, A. N. Krasnov, 1983). Ґрунтовий покрив Ставищенського району представлений чорноземами звичайними та сірими опідзоленими ґрунтами.

Чорноземи звичайні. Чорноземи — найродючіші ґрунти в Україні. Вони характеризуються диференціацією профілю (через відсутність розподілу колоїдів, як це спостерігається в підзолистих ґрунтах), сприятливою для розвитку рослин слабкислою або нейтральною реакцією ґрунтового розчину, добрими фізичними властивостями, високим вмістом поживних речовин (Barbarich et al., 1970).

Сірі опідзолені ґрунти. Після чорноземів це найбільш поширені ґрунти. Мають виразну диференціацію профілю за елювіально-ілювіальним типом. Реакція ґрунтового розчину – кисла, у складі гумусу переважають фульвокислоти. Ґрунти збіднені на поживні речовини, мають гірші фізичні властивості, ніж чорноземи.

Сірі опідзолені ґрунти поширені в Лісостепу і на Поліссі. За ступенем опідзолення їх виділяють слабо- середньо- і сильноопідзолені. Вони мають всі ознаки малонасичених основами і малоструктурних ґрунтів. Через низьку структурність і несприятливі водно-повітряні властивості при оранці утворюються брили. Вони швидко осідають після обробітку і легко запливають.

Глибина гумусового елювіального горизонту становить 25-30 см. Нижче розміщені ущільнений ілювіальний горизонт і ґрунтоутворююча порода або лес. Глибина залягання карбонатів становить 80-170 см. За гранулометричним складом ці ґрунти суглинкові. Вміст гумусу в середньому досягає 1,2-2,4%, рН сольової витяжки близько 5,5, гідролітична кислотність 1,7-2,8 мг-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ 4,0-17,3 мг-екв/100 г ґрунту, ступінь насиченості основами — 69,5-88 % (Primak et al., 2006). Вміст поживних речовин у цих ґрунтах невисокий. Азоту недостатньо, кількість його залежить від вмісту гумусу. Ступінь забезпеченості ґрунтів фосфором і калієм середній.

## Результати та їх обговорення

На думку екологів, невирішеним питанням пестицидного забруднення довкілля залишаються склади отрутохімікатів та прилеглих до них територій, що виступають потужним джерелом надходження у об'єкти навколишнього середовища різного роду токсикантів, в тому числі СОЗ, до яких віднесено і ХОП. На території нашої держави зараз накопичено, за різними даними, від 15 до 25 тис. тонн непридатних пестицидів (Tanchik et al., 2006).

Незважаючи на те, що використання ДДТ та ГХЦГ заборонено в Україні та цілком припинені поставки стійких хлорорганічних пестицидів (ХОП), вищевказані пестициди продовжують зберігатися у навколишньому середовищі через їх високу стабільність та здатність накопичуватися в природних об'єктах.

У зв'язку з цим Україна у 2001 році підписала «Стокгольмську конвенцію» щодо знищення усіх запасів, заборони на виробництво та використання стійких органічних забруднювачів (СОЗ), до яких (разом з ПАУ, поліхлорованими дібензодіоксинами, дібензофуранами і дифенілами) відносяться також ХОП (ДДТ (4,4-дихлордифенілтрихлоретан) та його метаболіти, гексахлорбензол та ін.). СОЗ вважають найбільш шкідливими у світі забруднювачами та називають суперекотоксикантами XXI століття, так як вони мають надзвичайно високу кумулятивну активність (період напів виведення із організму від 5 до 15 років) та високу токсикологічну небезпеку для тварин і людини на генетичному рівні (Karaulna, 2015; Novozhilova, 2006).

Доведено, що речовини з "брудної дюжини" (серед яких пестициди ДДТ, алдрин, хлордан, дільдрин, ендрин, гептахлор, гексахлорбензол, мірекс, токсафен) здатні викликати рак та вроджені дефекти у людей і тварин. Вони десятиріччями зберігаються в природі й накопичуються в жирових тканинах. Стіїкі органічні забруднювачі розносяться по світові повітряними й океанськими течіями, вони виявлені навіть в організмах пінгвінів і ведмедів Антарктики.

Хлорорганічні сполуки (ДДТ в тому числі) у значних кількостях було знайдено в тканинах чорноморських дельфінів (Karaulna, 2015). Саме з впливом стійких забруднювачів вчені пов'язують низький рівень виживання яєць і скручені дзьоби у птахів, деформовані кінцівки у ссавців, порушення репродуктивної системи та розвитку. Хлорорганічні пестициди мають високу стійкість до розпаду, що є важливою передумовою їх міграції профілем ґрунту, а також у інші осередки (повітря, воду, рослини), що в свою чергу становить значну небезпеку для природних екосистем.

Пестициди, потрапивши на поверхню ґрунту, можуть потрапляти в глибші горизонти та у ґрунтові води, надходити у водойми з поверхневими стоками. Завдяки характерній для ХОП здатності до біоконцентрації, вони активно мігрують трофічними ланцюгами кінцевою ланкою яких є людина. Таким чином актуальним питанням, є екологічна оцінка сучасного стану ґрунту забрудненого залишками пестицидів (Prodanchuk, 2002; Farm Chemical Handbook, 1999). Враховуючи вищесказане визначення та моніторинг об'єктів забруднення навколишнього середовища, стійкими ХОП все ще залишається актуальним і пріоритетним завданням екологів всього світу та в Україні зокрема.

Аналізуючи вміст залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у ґрунті едафотопів складів отрутохімікатів Ставищенського та Сквирського районів слід відмітити, що за часів використання та зберігання 4,4'-дихлордифенілтрихлоретану (4,4' ДДТ) у складських приміщеннях сільськогосподарських підприємствах у ґрунті санітарно-захисних зон акумулювався підвищений вміст цього пестициду.

Разом із дощовими, наземними, підземними водами та через рослинну біомасу відбувається міграція акумульованого в ґрунті ДДТ, що у подальшому негативно впливає на здоров'я тварин та людини (Popomarev, 1999).

Для проведення досліджень зразки ґрунту відбирали із санітарно-захисних зон, навколо складів отрутохімікатів. Законодавчо визначено нормативи розмірів санітарно-захисних зон, для складів отрутохімікатів різної місткості.

Так, для складів отрутохімікатів місткістю 500 т, санітарно-захисна зона складає 1000м, місткістю 50 т – 500 м, до 50 т – 300 т, 40 – 50 т – 400 м, 20 – 40 т – 200 м.

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. Результати аналітичних визначень залишкових кількостей ХОП в усереднених зразках ґрунту наведено на рис. 1.

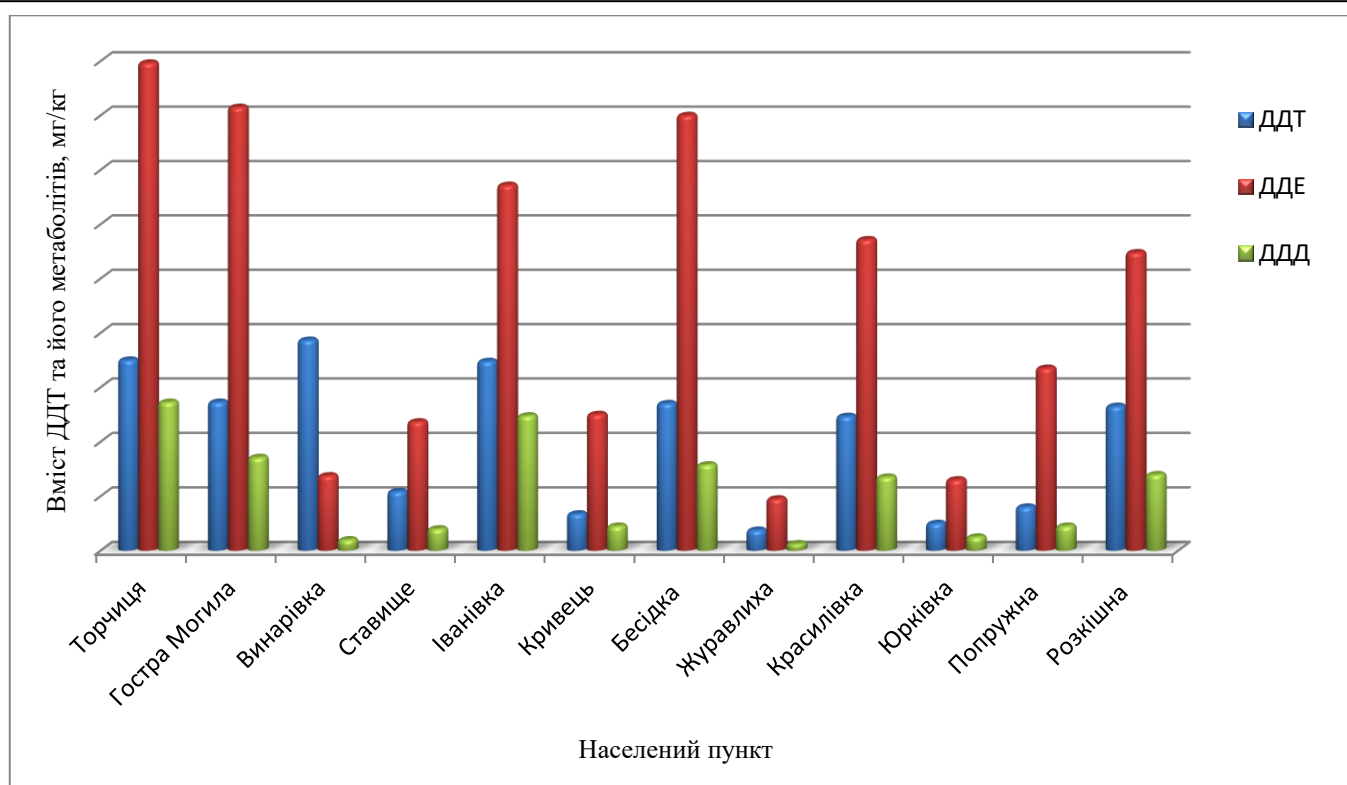


Рис. 1. Вміст ДДТ та його метаболітів в ґрунті господарств Ставищенського району, мг/кг.

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 складає основну (до 70%) частку у загальній кількості знайдених полютантів. Виявлено неметаболізований 4,4'-ДДТ, що свідчить про значний токсичний вплив ХОП на мікробіологічну активність ґрунту, пригнічення мікроорганізмів - деструкторів пестицидів.

Щоб виявити найбільш забруднені санітарно захисні зони складів отрутохімікатів Сквирського району, було відібрано зразки ґрунту на відстані 5 – 15 м від складу методом румбічної сітки із шару ґрунту 0 – 20 см.

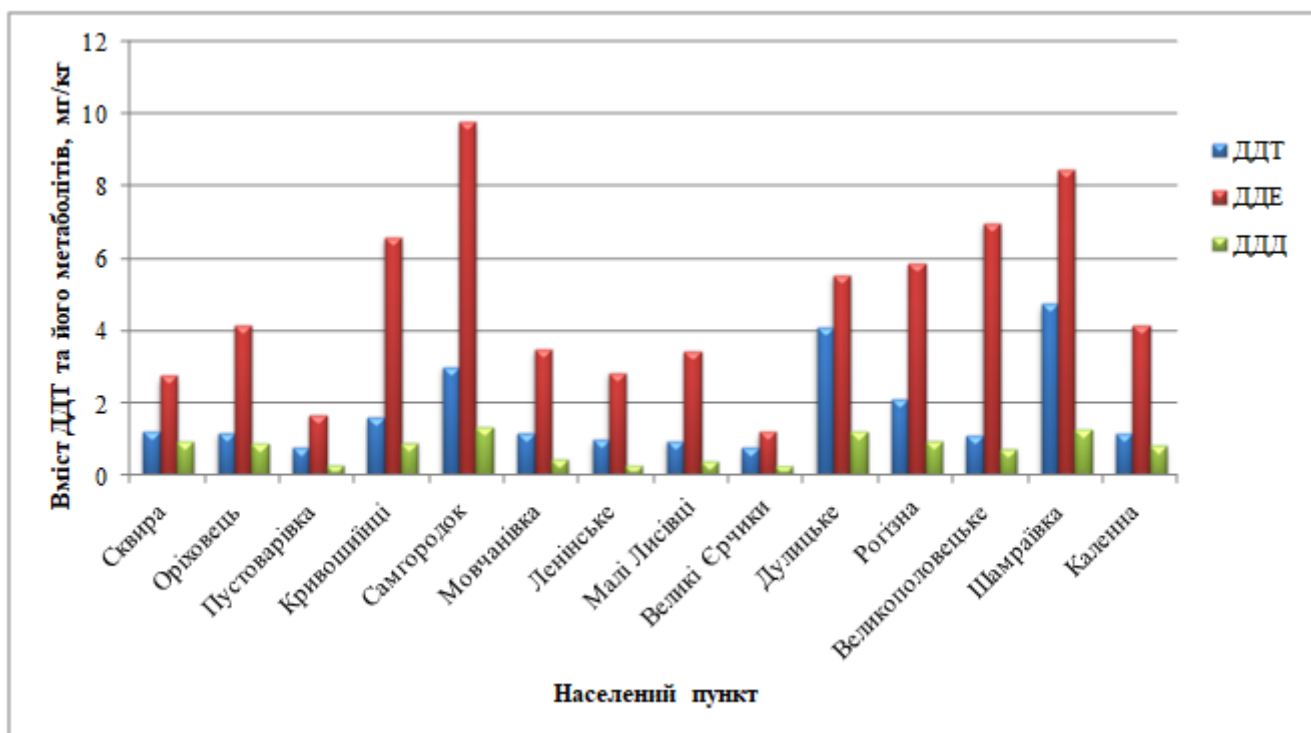


Рис. 2. Вміст ДДТ та його метаболітів в ґрунті господарств Сквирського району.

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), дані показники



значно перевищують гранично допустимі концентрації, у 22 – 145 разів (рис. 4.2). Основну частку із загальної кількості виявлених поліютантів займає ДДЕ (59%), що вказує на давність забруднення.

Таким чином, ґрунт санітарно-захисних зон складів отрутохімікатів Ставищенського та Сквирського районів містить значні кількості (22 – 145 ГДК) залишків стійких ХОП і виступає потужним джерелом надходження у наступні ланки трофічних ланцюгів.

З метою встановлення просторої міграції хлорорганічних пестицидів від джерела забруднення проаналізовано зразки ґрунту, відібрані на відстані 1, 5, 15, 25, 50 та 100 м від складу отрутохімікатів (с. Торчиця Ставищенського району). Зразки відбирали у двох напрямках: південному та північному (Kагаїна V.M., 2015). Відбір зразків ґрунту у східному та західному напрямках був неможливим через наявність значної кількості будівельного сміття. Слід зазначити, що у південному напрямку від складу отрутохімікатів на відстані 15 м розміщено сільськогосподарські угіддя, тому визначення меж забруднення мало особливо важливе значення. З північного боку від складу на відносно рівнинній території, де з часів виведення об'єкту із експлуатації відбулося природне заростання території дикорослою рослинністю, за час проведення дослідження неодноразово біло зафіксовано випадки випасу корів мешканцями с. Торчиця. Виходячи з цього важливим було визначення ступеня та меж забруднення ґрунтового покриву.

Залишкові кількості хлорорганічних пестицидів (ДДТ) знайдено у всіх відібраних зразках ґрунту. Ізомери ГХЦГ у зразках ґрунту не ідентифіковано, що пояснюється меншою стійкістю у об'єктах довкілля по відношенню до ДДТ та високою леткістю сполуки. Результати визначень представлено у табл 1.

Всі зразки ґрунту містять залишкові кількості ДДТ, що значно перевищують встановлені гігієнічні нормативи. Так, вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ у зразках ґрунту, відібраних у північному напрямку від складу становить 2,18 – 30,38 мг/кг ґрунту, що перевищує ГДК у 21,8 – 303,8 разів. Загалом, спостерігається тенденція поступового зниження забруднення залишками хлорорганічних пестицидів по мірі віддалення від складу, проте, навіть на відстані 100 м вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ перевищує встановлені гігієнічні нормативи, що вимагає додаткових обстежень території з метою встановлення меж забрудненої зони. У зразку ґрунту, відібраному безпосередньо біля будівлі складу (на відстані 1 м) ідентифіковано 2,4'-ДДТ та в усіх зразках виявлено значні кількості (3-54 ГДК) 4,4'-ДДТ, що є вихідною, неметаболізованою пестицидною речовиною. Високі концентрації у ґрунті 4,4'-ДДТ свідчать про потужність забруднення території стійкими хлорорганічними пестицидами і, як наслідок, токсичної дії на мікрофлору ґрунту, що спричиняє пригнічення процесу мікробіологічного розкладу ксенобіотика. Основну частину (близько 62%) від загальної кількості суми ізомерів та метаболітів ДДТ складає найбільш стійкий метаболіт 4,4'-ДДЕ. Його вміст у зразках ґрунту коливається в межах від 1,32 мг/кг ґрунту на відстані 100 м від складу до 18,42 мг/кг ґрунту на відстані 25 м від складу отрутохімікатів.

**Таблиця 1.** Просторовий розподіл залишків хлорорганічних пестицидів у ґрунті санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Торчиця Ставищенського району

ХОП	Вміст ХОП залежно від відстані від складу, мг/кг					
	1 м	5 м	15 м	25 м	50 м	100 м
<i>Північний напрямок (сільськогосподарські угіддя)</i>						
4,4'-ДДЕ	14,76±1,2	17,93±2,1	18,42±1,4	10,72±0,80	5,41±0,20	1,32±0,10
4,4'-ДДД	5,73±0,80	5,45±0,50	6,09±0,70	3,39±0,20	1,89±0,06	0,57±0,03
4,4'-ДДТ	5,42±0,60	7,0±0,40	4,12±0,30	1,21±0,06	0,82±0,03	0,31±0,01
2,4'-ДДТ	0,50±0,04	-	-	-	-	-
ΣДДТ'	26,41±2,64	30,38±3,0	28,63±2,40	15,32±1,06	8,12±0,29	2,18±0,14
<i>Південний напрямок (залужена територія)</i>						
4,4'-ДДЕ	8,58±0,30	12,3±1,0	10,10±0,50	20,80±3,20	2,43±0,40	3,45±0,50
4,4'-ДДД	3,13±0,10	6,71±0,40	3,20±0,40	5,31±0,70	1,16±0,03	1,34±0,07
4,4'-ДДТ	1,26±0,07	4,95±0,20	1,56±0,08	3,21±0,20	0,64±0,02	0,32±0,01
2,4'-ДДТ	0,23±0,01	0,71±0,02	-	-	-	-
ΣДДТ	13,20±0,48	24,67±1,62	14,86±0,98	29,32±4,10	4,23±0,45	5,11±0,58
<b>ГДК ΣДДТ</b>	<b>0,1</b>					

Аналогічна ситуація щодо забруднення ґрунту хлорорганічними пестицидами спостерігається і у південному напрямку. Вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ коливається від 4,23 мг/кг до 29,32 мг/кг, що перевищує гранично допустимі концентрації у 42,3 та 293,2 рази відповідно. Слід зазначити, що забруднення ґрунту у південному напрямку має неоднорідний характер, що може бути пояснено особливостями експлуатації прилеглих до складу територій (достовірно невідомо місцезнаходження колишніх майданчиків для приготування робочих розчинів пестицидів, місць заправки сільськогосподарської техніки для внесення хімічних засобів захисту рослин тощо). Так, загалом, спостерігається поступове зменшення забруднення ХОП в віддаленням від будівлі складу, проте, максимальні концентрації залишкових кількостей ДДТ виявлено на відстані 25 м від складу. Можливо, саме на цій віддалі в минулому проводились технологічні операції з приготування пестицидних сумішей тощо. На відстані 100 м від складу знайдені кількості суми ізомерів та метаболітів ДДТ перевищують встановлені гігієнічні нормативи в 51 раз, що вимагає додаткового обстеження ґрунту на більших відстанях від складу з метою окреслення зон можливого небезпечного забруднення. На відстані 1 та 5 м від складу виявлено 2,4'-ДДТ та в усіх відібраних зразках знайдено значні кількості (0,32-4,95 мг/кг) 4,4'-ДДТ, що свідчить про пригнічення процесу мікробіологічного розкладу вихідної пестицидної речовини через значну токсичну дію на мікроби

оту ґрунту. Основна частина від загальної кількості ДДТ належить найбільш стійкому метаболіту 4,4'-ДДЕ і становить близько 63%.

З метою встановлення площі можливого забруднення території стійкими хлорорганічними пестицидами додатково відібрано зразки ґрунту у південному та північному напрямках від складу на відстані 150, 200 та 250 м. Результати досліджень представлено у табл. 2.

Результати аналітичних визначень показали, що всі зразки ґрунту містять залишкові кількості ДДТ. У північному напрямку від складу вміст суми ізомерів та метаболітів ДДТ складає: 16,5 ГДК на відстані 150 м від складу; 5,2 ГДК на відстані 200 м від складу та на рівні 1 ГДК на відстані 250 м від складу. Таке забруднення ґрунту є небезпечним джерелом надходження пестицидів у трофічні ланцюги через споживання сільськогосподарської продукції, вирощеної на сільськогосподарських полях, що розташовані в забрудненій зоні.

**Таблиця 2.** Вміст хлорорганічних пестицидів у ґрунті на різних відстанях від складу, мг/кг (с. Торчиця Ставищенського району)

ХОП	Місце відбору проб		
	150 м від складу	200 м від складу	250 м від складу
<i>Північний напрямок (сільськогосподарські угіддя)</i>			
4,4`-ДДТ	0,190±0,020	0,090±0,010	-
4,4`-ДДЕ	1,150±0,010	0,310±0,020	0,060±0,010
4,4`-ДДД	0,310±0,030	0,120±0,010	0,050±0,010
Σ ДДТ	1,650±0,060	0,520±0,040	0,110±0,020
<i>Південний напрямок (залужена територія)</i>			
4,4`-ДДТ	0,240±0,010	-	-
4,4`-ДДЕ	1,450±0,020	0,190±0,010	0,03±0,005
4,4`-ДДД	0,450±0,010	0,150±0,010	0,02±0,003
Σ ДДТ	2,140±0,040	0,340±0,020	0,050±0,008

ГДК Σ ДДТ – 0,1 мг/кг ґрунту

Тому обов'язковим є виведення зазначеної зони із загального сільськогосподарського користування з подальшим залуженням території дикорослими рослинами-ремедіаторами, огороженню забрудненої зони.

Забруднення ґрунту у південному напрямку складає: 21,4 ГДК на відстані 150 м від складу, 3,4 ГДК на відстані 200 м від складу та 0,5 ГДК на відстані 250 м від складу. Таке забруднення ґрунту стійкими хлорорганічними пестицидами є джерелом надходження токсикантів у біомасу дикорослих рослин та у випадку випасу тварин або заготівлі кормів із забрудненої зони несе небезпеку надходження небезпечних ксенобіотиків до організму тварин і далі за трофічними ланцюгами – до людини. Навіть, вміст у ґрунті суми ізомерів та метаболітів ДДТ на рівні 0,5 ГДК за умови постійного споживання тваринами рослин, вирощених на такому ґрунті є небезпечним внаслідок характерного для хлорорганічних пестицидів процесу біоконцентрації. Тому, обов'язковим є огороження забруднених територій, встановлення попереджувальних знаків, проведення роз'яснювальної роботи серед місцевого населення (Prodanchuk M.G., 2002).

Результати досліджень було надано у сільську раду с. Торчиця Ставищенського району для проведення попереджувальних заходів щодо уникнення негативних наслідків забруднення довкілля стійкими хлорорганічними пестицидами.

Розглянемо, забруднення едафотопів складів отрутохімікатів поліхлорованими дифенілами Поліхлордифеніли – сполуки, які надзвичайно стійкі у довкіллі. ПХД належать до числа розповсюджених у глобальному масштабі забруднюючих речовин через їхню високу персистентність і значний обсяг застосування. ПХД широко застосовували, як діелектрики в конденсаторах і трансформаторах, теплоносії в теплообмінниках, рідини для гідравлічних систем, пластифікатори в лаках, пластичних масах, друкарських фарбах, копійовальному папері, як замітники воску, смол і каучуку при просоченні тканин, наповнювачі для пестицидів, а також для змащення ізоляційних матеріалів кабелів і проводів (The quality of the soil, 2004; Roberts, 1977; Influence..., 2003; DSanPyN, 2001). Причиною забруднення агроландшафтів поліхлордифенілами могло бути широке використання в минулому садового карболінеуму для захисту деревних і чагарникових порід у значних дозах витрат – близько 350 кг/га при концентрації поліхлордифенілів 8 – 10 % (Ilyinsky, 2003; Moklyashuk., 2015).

Зразки ґрунту для дослідження на вміст ПХД відбирали у Ставищенському районі в межах санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Торчиця де попередніми дослідженнями встановлено максимальні рівні забруднення ґрунту залишками хлорорганічних пестицидів. В межах санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Торчиця відбір зразків ґрунту проводили у північному напрямку на відстанях 1, 5, 15, 25 та 50 м від складу. Зразки відбирали на глибину орного (0 – 20 см) та підорного (20 – 40 см) шарів ґрунту. Результати представлені у табл. 3.

В орному (0 – 20 см) шарі ґрунту знайдено ПХД у концентрації 0,04 мг/кг на відстані 50 м від складу, до 0,37 мг/кг на відстані 5 м від складу. У зразках підорного (20 – 40 см) шару ґрунту мінімальні значення (0,01 мг/кг) зафіксовано на відстані 50 м від складу, максимальне значення (0,10 мг/кг) на відстані 5 м. Знайдені кількості ПХД свідчать про застосування у минулому пестицидів, до складу яких входили поліхлоровані дифеніли.

**Таблиця 3.** Ступінь забруднення ґрунтів едафотопу складу отрутохімікатів поліхлорованими дифенілами в с. Торчиця

Відстань від складу, м	Вміст ПХД, мг/кг	
	0 – 20см	20 – 40см
1	0,230±0,020	0,090±0,007
5	0,370±0,030	0,10±0,006
15	0,290±0,020	0,10±0,005
25	0,160±0,010	0,050±0,003
50	0,040±0,010	0,010±0,001

Простежується поступове зниження концентрації токсиканту у ґрунті по мірі віддалення від складу отрутохімікатів. Отже, ґрунти санітарно-захисних зон складу отрутохімікатів Ставищенського району мають комплексне забруднення небезпечними стійкими органічними забруднювачами (хлорорганічними пестицидами та поліхлорованими дифенілами).

## References

- Agricultural management materials of Stavishche district. (2007). Kyiv. (in Ukrainian).
- Bakhmatska, I.M. (2002) Determination of sources of environmental pollution by persistent organic pollutants (for example, the composition of mineral fertilizers and pesticides). Fundamentals of Sustainable Development of the Agrarian Industry. Proceed. All-Ukrainian Conference of Young Scientists. Kyiv. (in Ukrainian).
- Barbarich, A.I., Vysulina, O.D., Vorobyov, M.Ye., Dorochayeva, D.M., Dubova, O.M. (1970). Weeds of Ukraine (reference book). (1970). (Eds.). Kiev. Naukova Dumka (in Russian).
- Chopik, V.I., Dudchenko, L.G., Krasnov, A.N. (1983). Wildlife useful plants of Ukraine. Handbook. Kiev, Naukova dumka. (in Ukrainian).
- Cognitive Geography. Available from: [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=668](http://geoknigi.com/book_view.php?id=668) / Accessed on 10.01.2018 (in Ukrainian).
- Data from the Department of Ecology and Natural Resources of Kyiv Oblast. (2015). Kyiv. (in Ukrainian).
- Dmitruk, Y.M. (1996). Soil geography: Summary of lectures. Chernivtsi: BSD (in Ukrainian).
- DSanPyN 8.8.1.2.3.4-000-2001 Permissible doses, concentrations, amounts and levels of pesticide content in agricultural raw materials, food products, air of the working zone, atmospheric air, approved by the Decree of the Chief Sanitary Doctor of Ukraine dated 2001-09-20 No137. (in Ukrainian).
- Farm Chemical Handbook. (1999). Pesticide Dictionary. USA, EPD.
- History of cities and villages of the Ukrainian SSR. (1971). Kyiv (in Russian).
- Ilyinsky, A.V. (2003). Biological purification of soils contaminated with heavy metals. Agrochemical Vestnik, 5, 30-32. (in Ukrainian).
- Investment passport of Skvirsky district. (2012). Available from: <http://invest-koda.gov.ua/wp-content/uploads/2012/06.pdf> / Accessed on 12.01.2018 (in Ukrainian).
- Karaulna, V.M. (2015) Ecotoxicological assessment of the pesticide loading of the farms of the Stavishche district of the Kyiv region. Balanced Nature, 2, 198-206. (in Ukrainian).
- Karaulna, V.M. (2015). DDT content in soil on the territory of the composition of the toxic chemicals of Skvirsky research station and its influence on plant communities. Balanced Nature, 3, 201-208 (in Ukrainian).
- Klisenko, M.A., (1983). Methods for determining the microcosm of pesticides in food, feed and environment: Reference book. Moscow. Kolos (in Russian).
- Lischuk, A.M., Matusevich, G.D., Karaulna, V.M. (2013) Ecotoxicological assessment of the range of pesticides in farms of the Staveshchensky district of the Kyiv region. International scientific and practical conference "Environmental safety and sustainable use of natural resources in agroindustrial production" (Kiev, September 25-26, 2013), 102-105. (in Ukrainian).
- Moklyachuk, L.I., Guard, V.M. (2015). Monitoring of the botanical structure and content of DDT in the soil on the territory of the chemical complexes of the Staveshchensky district of the Kyiv region. Scientific Bulletin of NLTU, 25.6, 143-147 (in Ukrainian).
- Novozhilova, E., Denart, S. (2006). Food safety, tracking and responsibility in the food chain. Kyiv. NAU (in Ukrainian).
- On the basis of the encyclopaedic edition of the history of cities and villages of Ukraine, the volume - History of the cities and villages of the Ukrainian SSR. (1968). Kyiv. Academy of Sciences, USSR. (in Russian).
- Physico-chemical characteristics and use of soils of the forest-steppe. Available from: <http://ua.textreferat.com/referat-3449.html> / Accessed on 14.01.2018 (in Ukrainian).
- Ponomarev, P.H., Syrokhman, I.V. (1999). Food and food safety: Teaching. Manual. Kyiv. Libra (in Ukrainian).
- Primak, I.D., Manko, Yu.P., Tanchik, S.P., Cranberry, M.P. (2006). Weeds in agriculture in Ukraine: applied herbology. Tutorial. Bila Tserkva, Bila Tserkva State Agrarian University. (in Ukrainian).
- Prodanchuk, M.G. (2002). Toxicological and hygienic basis of food safety. Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine, 8(4), 693-702 (in Ukrainian).

- 
- Roberts, D.M., Karunaratna, A., Buckley, N.A., Manuweera, G., Sheriff, R.M.H., Eddleston, M. (2003). Influence of pesticide regulation on acute poisoning deaths in Sri Lanka. *Bull WHO*, 81(11), 789-798.
- Tanchik, S.P., Kosolap, M.P., Krotinov, O.P., Vialiy, S.O., Ivanyuk, M.F. (2006). *Herbology. Typical discipline program*. Kiyv. Science and Technology Center of MAP. (in Ukrainian).
- The quality of the soil. Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls. Gas-chromatographic method with detecting electron capture: DSTU ISO 10382: 2004. Kiyv. Derzhspozhyvstandart of Ukraine. (in Ukrainian).
- UN/SCEGHS/5/INF.4. Development of. ecotoxicological criteria for the characterization of hazardous waste. Available from: <http://www.unece.org/trans/doc/2003/ac10c4/UN-SCEGHS-05-inf04e.pdf/> Accessed on 22.02.2018
- Uniform rules for the sampling of agricultural products, foodstuffs and environmental facilities for the determination of microcosmetics of pesticides. (1980). Moscow (in Russian).
- Warehouses for storage of unsuitable pesticides (the map of Stavishchensky district). Available from: <http://land.gov.ua/kyivska/stavyshchenskyi.html/> Accessed on 15.01.2018 (in Ukrainian).

---

**Citation:**

Khahula, V.S., Karaulna, V.M., Bogatyr, L.V., Karpuk, L.M., Krykunova, O.V., Pavlichenko, A.A. (2018). Assessment of soil and soil trophic chains contamination by persistent organic pollutants. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 42–53.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License