

ВИЯВЛЕННЯ КСЕНОБІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ У ГРУНТОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Л. І. СОЛОМЕНКО, кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної екології та безпеки життєдіяльності, Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail:sollud@nubip.edu.ua*

Анотація. Сьогодні надзвичайно актуальною залишається оцінка взаємодії пестицидів з оточуючим середовищем, пошук критеріїв оцінки безпечності препаратів, які вносять до списку дозволених для захисту рослин в агрофітоценозах.

Метою наших досліджень було проведення екологічної оцінки ґрунтів для встановлення чутливих видів біоти, за реакцією яких доцільно визначати небезпечні для екосистеми концентрації ксенобіотиків у ґрунті.

Предметом наших досліджень став агрофітоценоз: ґрунт – чорнозем типовий легкосуглинковий в умовах Лісостепової зони. Схема досліду: 1 варіант – переліг (контроль); 2 варіант – соняшник без внесення засобів захисту рослин; 3 варіант – соняшник з використанням гербіциду. Фітотоксичність ґрунту відібраних зразків визначали за методикою О. Берестецького. Мікробіологічні дослідження ґрунту на визначення чисельності педотрофних мікроорганізмів та мікроміцетів проводили за загальноприйнятими методиками.

В результаті досліджень було виявлено ксенобіотичні властивості гербіциду Зелек Супер, що може проявлятися в післядії цього препарату в сівозміні агроценозу. В системі «гербіцид – ґрунтове середовище – мікроорганізми» значно чутливішим показником виявилися мікроміцети в порівнянні з педотрофами. Встановлено пряму залежність зростання чисельності мікроміцетів під дією гербіциду і фітотоксичністю ґрунтового середовища.

Отримані нами результати показують, що застосування гербіциду Зелек Супер може впливати на деградацію ґрунтів, збільшуючи загальну токсичність ґрунтового середовища. Можливо саме тому, в країнах ЄС цей препарат в списку «недозволені».

Отже, до критеріїв оцінки безпечного використання препаратів хімічного захисту рослин можна також віднести зростання загальної токсичності ґрунту, зумовлену появою мікроміцетів.

Ключові слова: ксенобіотики, пестициди, ґрунтове середовище, загальна токсичність, фітотоксичність, мікроорганізми, мікроміцети, педотрофні організми.

Актуальність.

Активне використання ксенобіотиків – чужорідних сполук, для яких не існує природних біогеохімічних циклів, постійно провокує проблему ґрунтового забруднення, яка нині стоїть дуже гостро. В конвенції ЮНЕП (ООН) 2001 року щодо забруднення подібних речовин було вказано 12 груп стійких органічних сполук, які підлягають першочерговому зняттю з виробництва і знищенню. Серед них чимало хлороорганічних і фосфорорганічних пестицидів, що характеризуються стійкістю до фотолізу і теплового руйнування [3].

На зміну старим препаратам прийшли пестициди 4-5 поколінь, дози застосування яких у багатьох випадках знизились до 100-150 г / га (інсектициди), 200-500 г / га (фунгіциди), і 7-15 г / га (гербіциди та грамініциди), але динаміку накопичення залишкових кількостей пестицидів нового покоління і їх вплив на об'єкти навколишнього середовища вивчено ще недостатньо [1, 7].

Сільське господарство України сьогодні характеризується високим ступенем відкритості до міжнародних ринків сільськогосподарської продукції та засобів виробництва. У багатьох країнах діють системи контролю за використанням хімічних речовин у сільському господарстві та створено відповідну наукову базу для проведення комплексних досліджень. Найпростішим методом удосконалення цих систем для фахівців та звичайних господарств і споживачів є міжнародні зіставлення.

Кожна країна ЄС веде власний реєстр дозволених до використання речовин. Проте на відміну від України на рівні ЄС створено загальну онлайн-базу даних з відкритим доступом, де крім дозволених діючих речовин подано ті, що не включе-

ні до переліку в Додатку І. У цій базі дані згруповані за категоріями (інсектициди, фунгіциди, гербіциди та інше), за характеристиками (гранично допустимими концентраціями), датою включення в Додаток І. Ця база даних також дозволяє відстежити, в яких країнах-членах ЄС зареєстрована відповідна речовина. У базі даних діючі речовини можуть перебувати в таких статусах, як «дозволені» (включені), «недозволені» (не включені) та ті, щодо яких очікується рішення. Але до цього часу існують приклади розбіжностей між Україною та ЄС. Так, згідно з Асортиментом засобів захисту рослин на 2011 р., в Україні було дозволено до використання понад 200 діючих речовин, з яких близько 33 не входили до переліку дозволених в ЄС [4].

Токсичні за своїм визначенням, більшість дозволених препаратів, віднесено до 3-го класу небезпеки для здоров'я людини (табл. 1), тобто навіть до новітніх засобів захисту рослин, які є «помірно небезпечними», виникає питання про надійність наукових підтверджень ефективності та безпечності цих препаратів.

Саме тому, сьогодні надзвичайно актуальною залишається оцінка взаємодії пестицидів з навколишнім середовищем, пошук критеріїв оцінки безпечності препаратів, які вносять до списку дозволених для захисту рослин в агрофітоценозах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Результати досліджень [2, 5, 7, 10, 11,12] показують, що взаємодія пестицидів з навколишнім середовищем проявляється у формі процесів розподілу, нагромадження (акумуляції), перетворення (трансформації, метаболізму), деградації (деструкції, мінералізації) і міграції сполук. Основними процесами метаболізму

1. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності

ВООЗ ¹		МОЗ України ²	
Назва класу	Ступінь небезпечності	Назва класу	Ступінь небезпечності
Ia	надзвичайно небезпечні	I	надзвичайно небезпечні
Ib	особливо небезпечні	II	небезпечні
II	помірно небезпечні	III	помірно небезпечні
III	малонебезпечні	IV	малонебезпечні

Примітка: 1 - WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2004; http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf;

2 - «Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності», ДСанПін 8.8.1.002-98: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va002282-98>

пестицидів у рослинах та ґрунті є окислення, відновлення, ефірний гідроліз, гідроксилування ароматичного кільця та його розрив тощо. За надходження в ґрунт пестициди зв'язуються з органічною речовиною, перерозподіляються за профілем, трансформуються і мінералізуються під дією ґрунтової мікрофлори. Всі пестициди під впливом абіотичних та біотичних чинників розкладаються до нескладних сполук: води, вуглекислого газу тощо, які потім включаються у загальний кругообіг елементів. Певна частина пестицидів поглинається рослинистю, виноситься поверхневим та ґрунтовим стоком, що зумовлює їх надходження у водні джерела, а потім - і в донні відклади. Міграція токсичних речовин в екологічних системах і харчових ланцюгах призводить до нагромадження залишкових кількостей пестицидів у природних об'єктах.

Для оцінки негативного впливу хімічних речовин на ґрунт сучасний рівень досліджень передбачає широке застосування методів біоіндикації, тобто використання відповідної реакції організму (або процесів, що відбуваються в організмі) на вплив факторів середовища [1, 3, 7, 10, 11], сила дії яких згідно закону толерантності В. Шелфорда (1913) зменшується в зонах комфорту, яка досягає позитивного впливу в зоні оптимуму.

Тому для біотестування впливу хімічної речовини на ґрунтову систему необхідно підбирати показники стану біоти, які характеризуються найменшими зонами оптимуму і комфорту. Організм здатний вижити лише в діапазоні мінливості даного фактора, який є амплітудою коливання цього фактора, тобто його екологічною валентністю.

Саме тому одним із можливих шляхів проведення екологічної оцінки ґрунтів може бути встановлення чутливих видів біоти, за реакцією яких можливо буде визначити небезпечні для екосистеми концентрації пестицидів, які виявлятимуть ксенобіотичну дію на ґрунтове середовище.

Матеріали та методи досліджень.

Для оцінки негативного впливу хімічних речовин на ґрунт сучасний рівень досліджень передбачає широке застосування методів біоіндикації, тобто використання відповідної реакції організму (або процесів, що відбуваються в організмі) на вплив факторів середовища [7].

Предметом наших досліджень став агрофітоценоз: ґрунт – чорнозем типовий легкосуглинковий в умовах Лісостепової зони.

Дослідження проводилися в 2014-2015 роках на території господарства АДС НУБіП України. Схема досліду: 1 варіант – переліг (контроль); 2 варіант – поле соняшника (сорт «Армагедон») без внесення засобів захисту рослин; 3 варіант – поле соняшника з використанням гербіциду (табл. 2).

Фітотоксичність ґрунту відібраних зразків визначали за методикою О. Берестецького [1]. Мікробіологічні дослідження ґрунту на визначення чисельності педотрофних мікроорганізмів та мікроміцетів проводили за загальноприйнятими методиками [6; 9].

Результати досліджень та їх обговорення.

Відомо, що педотрофні мікроорганізми беруть участь у гумусоутворенні, трансформації відмерлої органічної речовини, забезпечують кругообіг Карбону, Нітрогену та інших біогенних елементів. Зниження кількості рослинних решток і енергетичного матеріалу, що є джерелом живлення для мікроорганізмів, веде до зменшення їх чисельності.

В обох варіантах досліджуваних полів із соняшником (табл. 3) спостерігається зниження педотрофних мікроорганізмів у ґрунті. Проте впливу досліджуваного гербіциду на загальну чисельність педотрофів не помічено.

Значно чутливішим показником до дії даного гербіциду виявилася

чисельність мікроміцетів. За літературними даними [6] переважна більшість виділених грибів цього роду характеризується токсигенними властивостями, тому зростання їхньої чисельності у мікоценозі може свідчити про зростання загальної токсичності ґрунту.

На прикладі фосфорорганічних пестицидів раніше нами було виявлено [10, 11], що у разі перевищення допустимого критичного рівня у ґрунті, речовини набувають фітотоксичних властивостей.

Як бачимо з рисунку 1, фітотоксичність у варіанті з застосуванням гербіциду значно зросла у порівнянні з варіантами, де не вносили цей гербіцид.

Отримані нами результати щодо впливу гербіциду Зелек Супер на мікрофлору ґрунтового середовища (табл. 1) демонструють пряму залежність чисельності мікроміцетів з загальною фітотоксичністю ґрунту, що є доказом зростання токсичності ґрунту саме у варіанті, де було внесено гербіцид.

Висновки та перспективи.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження було виявлено ксенобіотичні властивості гербіциду Зелек Супер, післядія якого може проявитися на черговій культурі сівозміни досліджуваного агроценозу.

2. Характеристика пестицидів, що застосовувалися в досліді

Назва препарату	Діюча речовина	Група пестицидів	Дозволеність застосування		Клас небезпечності	
			Україна	Країни ЄС	ВООЗ	ОНС (US EPA)
Зелек Супер	Галоксіфоп - метил	гербіцид	-	Додаток 1 виключено	II – помірно небезпечний	Не класифіковано

3. Вплив гербіциду Зелек Супер на ґрунтове середовище

№ п/п	Варіанти дослідів	Загальна чисельність педотрофних мікроорганізмів, млн КУО / г сухого ґрунту	Чисельність мікроміцетів, тис. КУО / г сухого ґрунту	Фітотоксичність ґрунту, %
1	Переліг – контроль	3,8 ± 0,45	0,1 ± 0,00	1,00
2	Соняшник без внесення хімічних засобів захисту	1,4 ± 0,16	0,8 ± 0,39	4,00
3	Соняшник із застосуванням гербіциду Зелек Супер	1,4 ± 0,10	17,9 ± 2,06	13,00

В системі «гербіцид – ґрунтове середовище – мікроорганізми» значно чутливішим показником виявилися мікроміцети в порівнянні з педотрофами. Встановлено пряму залежність зростання чисельності мікроміцетів під дією гербіциду і фітотоксичністю ґрунтового середовища.

Отримані нами результати показують, що застосування гербіциду Зелек Супер може впливати на деградацію ґрунтів, збільшуючи загальну токсич-

ність ґрунтового середовища. Можливо саме тому, в країнах ЄС цей препарат в списку «не дозволених» (табл. 2).

Отже, в список пошуку критеріїв оцінки безпечного використання препаратів хімічного захисту рослин можна віднести зростання загальної токсичності ґрунту, зумовлену появою мікроміцетів.

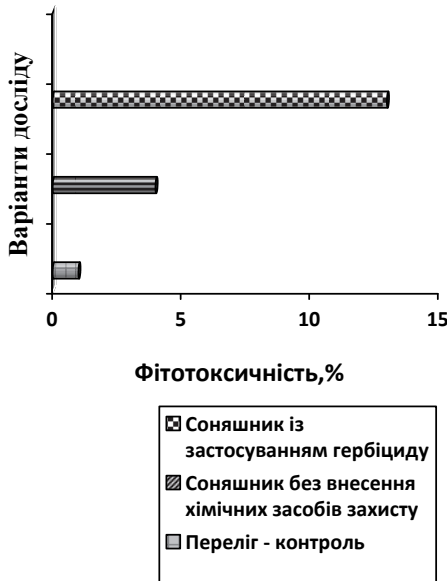


Рис. 1. Вплив застосування гербіциду Зелек Супер на фітотоксичність ґрунту

References

1. Berestetsky, O. A. (1971). Metodu opredeleniya toksychnosti pochv [Methods of soil toxicity determination]. Kyiv: Urozhai, 239-243.
2. Carvalho, P. (2017). Food and Energy Security, 2, 48-60.
3. Zharykov, H. A. Kapranov, V. V. Kyseleva, N. Y. (2007). Yspolzovanye mykroorhanyzmov-destruktorov dlia byoremedyatsyy pochv, zahriaznennykh toksychnymy khymycheskymy veshchestvamy. [The use of destructive microorganisms for the bioremediation of soils contaminated with toxic chemicals]. Vermicomposting and vermiculture as the basis of ecological farming in the XXI century: problems, prospects, achievements. (Sat. scientific and practical. Conf.). Minsk: Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Belarus, 98-100.
4. Kandul, O. (2011). Zaboroneni standartamy Yevropeiskoho Soiuzu diiuchi rehovnyy pestytsydiv prodovzhuiut zastosovuvatysia

- v Ukraini. [The standards of the European Union are entrusted with the speech of pesticides and the procurement of zasosovovati in Ukraine]. The Ukrainian Farmer. DNU, <http://www.agrotimes.net/chornuy-spusok-v-evropi.html>
- Kolesnyk, N. L. (2015). Toksychnyi vplyv pestytsydiv na biotu prisnykh vodoim. [Toxic influence of pesticides on freshwater biota (review)]. *Fishery science of Ukraine*, 4, 31-53.
 - Kostiuchenko, N. I., Liakh V O. (2009). Vydovyi ta rodovyi sklad kompleksu mikromitsetiv ryzosfery soniashnyku. [Species and generic composition of the micromycetes complex of sunflower rhizosphere]. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of UAAS. Zaporozhye*: 14, 162-166.
 - Makarchuk, T. L. Zaiets O. H (1998). Naukovometodychni pidkhody do ahroekolohichnoho monitorynhu pestytsydiv. [Scientific and methodical approaches to agroecological monitoring of pesticides]. *Physiology and biochemistry of cultivated plants. Fiziolohiia i biokhimiia kulturnykh roslyn*, 2, 124–130.
 - Metody pochvennoi mykrobiolohyy y byokhymyy. (1991). [Methods of soil microbiology and biochemistry]. / ed. Zvyagintsev, D. H. Moscow: Moscow State University Publishing House, 304.
 - Netrusov, A. Y., Ehorova, M. A., Zakharchuk, L. M. *Praktykum po mykrobiolohyy*. (2005). [Workshop on microbiology]. / ed. Netrusov, A. Y. Moscow: Izd. Center «Academy», 2005. 608.
 - Solomenko, L. I. Petrova, Yu. O. (2013). Ekolohichna otsinka vplyvu toksychnykh rehovyn na ahrofitotsenozy. [Ecological assessment of toxic effects on agrophytocenoses]. *Scientific bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series «Agronomy»*, P. 2. Kyiv: 183, 230-235.
 - Solomenko, L. I. Drachenko, V. L. (2014). Poshuk kryteriiv dlia vyznachennia ekolohichnoi bezpeky zastosuvannia pestytsydiv. [Search criteria for determining the environmental safety of the use of pesticides]. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 1, 23-27.
 - Khyzhnia, S. V. Voitsitskiy, V. M., Danchuk, V. V., Midyk, S. V., Laposha, E. A., Ushkalov, V. A. (2018). Shliakhy mihratsii stiikykh pestytsydiv trofichnymy lantsiuhamy nazemnykh i vodnykh ekosystem. [Ways of migration of persistent pesticides by trophic chains of terrestrial and aquatic ecosystems]. *Bioresources and nature management*, 1–2, 36–43.

L. I. Solomenko (2019). Detection of xenobiotic properties of pesticides in the soil environment. *BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION*, 10(1): 61-67.

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submit/12609>

Abstract. Today it is extremely important to estimate the interaction of pesticides with the environment, search for the criteria of Evaluation of pesticides safety, which are included in the list of allowed to protect plants in agrophytozenoses.

The purpose of our research was to conduct environmental assessments of soils for the renewal of sensitive biological species, according to the reaction of which it is appropriate to determine the concentration of xenobiotics in soil, which are dangerous for the ecosystem.

The subject of our research was agrophytocenosis: soil – the black soil typical lightly loamy in the conditions of forest-steppe zone. The scheme of research: 1 variant – fallow (control); 2 variant – sunflower without depositing plant protection products; 3 variant – sunflower with the use of herbicide. The soil's phytotoxicity is determined by the method of O. Berestetskiy. Microbiological research of the soil to determine the number of pedotrophic microorganisms and micromycetes were performed according to generally accepted methods.

As a result of the research, the xenobiotic properties of the Zelek Super Herbicide were detected, which may be manifested in the aftermath of this drug in the crop rotation of the agrocenosis. In the system of "herbicide - soil environment - microorganisms" micromixets were significantly more sensitive than pedotrophs. A direct dependence of the growth of the number of micromycetes under the action of herbicide and phytotoxicity of the soil medium was established.

The results of our investigation show that the utilization of Zelek Super herbicide can affect the degradation of the soil, increasing the general toxicity of the soil environment. Perhaps, that is why in the countries of the EU the preparation is listed as «not allowed».

All things considered, the increase of general toxicity of the soil, caused by micromycetes appearance, can be attributed to the criteria of the estimation of the safe use of the preparations of chemical plant protection.

Keywords: xenobiotics, pesticides, soil environment, general toxicity, phytotoxicity, microorganisms, micromycetes, pedotrophic organisms.

Л. И. Соломенко (2019). Выявление ксенобиотических свойств пестицидов в почвенной среде. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 10(1): 61-67.
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/12609>

Аннотация. Сегодня чрезвычайно актуальной остается оценка взаимодействия пестицидов с окружающей средой, поиск критериев оценки безопасности препаратов, которые вносят в список разрешенных для защиты растений в агрофитоценозах.

Целью наших исследований было проведение экологической оценки почв для установления чувствительных видов биоты, по реакции которых целесообразно определять опасные для экосистемы концентрации ксенобиотиков в почве.

Предметом наших исследований стал агрофитоценоз: почва-чернозем типичный легкосуглинистый в условиях Лесостепной зоны. Схема опыта: 1 вариант – перелог (контроль); 2 вариант – подсолнечник без внесения средств защиты растений; 3 вариант – подсолнечник с использованием гербицида. Фитотоксичность почвы отобранных образцов определяли по методике О. Берестецкого. Микробиологические исследования почвы по определению численности педотрофных микроорганизмов и микромицетов проводили по общепринятым методикам.

В результате исследований были выявлены ксенобиотические свойства гербицида Зелек Супер, что может проявляться в последствии этого препарата в севообороте агроценоза. В системе «гербицид – почвенная среда – микроорганизмы» значительно более чувствительным показателем оказались микромицеты в сравнении с педотрофами. Установлено прямую зависимость роста численности микромицетов под действием гербицида и фитотоксичностью почвенной среды. Полученные нами результаты показывают, что применение гербицида Зелек Супер может влиять на деградацию почв, увеличивая общую токсичность почвенной среды. Возможно именно поэтому, в странах ЕС этот препарат в списке «неразрешенных».

Итак, к критериям оценки безопасного использования препаратов химической защиты растений можно также отнести рост общей токсичности почвы, обусловленной появлением микромицетов.

Ключевые слова: ксенобиотики, пестициды, почвенная среда, общая токсичность, фитотоксичность, микроорганизмы, микромицеты, педотрофные организмы.
