

УДК 631.95:631.45:632.95:633/635

Л.І. Моклячук

к.х.н.

Г.Г. Андрієнко

к. с.-г. н.

О.А. Слободенюк

аспірант

О.Ю. Недашківська

Інститут агроекології та біотехнології УААН

ФІТОЕКСТРАКЦІЯ ТА ФІТОДЕГРАДАЦІЯ ДДТ РОСЛИНАМИ КАБАЧКІВ (*Cucurbita pepo*) ТА КВАСОЛІ (*Phaseolus vulgaris*)

*Проведено дослідження процесів вилучення ДДТ з сірого лісового ґрунту рослинами кабачків (*Cucurbita pepo*) та квасолі (*Phaseolus vulgaris*) на фоні різних норм мінерального живлення. Показано, що рослини кабачків доцільно використовувати у технологіях фіторемедіації забруднених хлорорганічними пестицидами ґрунтів.*

Постановка проблеми

Забруднення навколишнього середовища стійкими хлорорганічними пестицидами (ХОП) в місцях розташування споруд колишніх складів отрутохімікатів має тенденцію до вертикальної та горизонтальної міграції у ґрунті, що викликає забруднення ґрунтових вод. Поширенню пестицидів сприяло руйнування будівель, зберігання отрутохімікатів з порушенням санітарних правил у необладнаних для зберігання пестицидів складах. У результаті сільськогосподарська продукція, вирощена на ділянках, що зазнали, впливу, становить загрозу здоров'ю населення. Загальна площа таких ділянок на території України невідома [1].

Над проблемою відновлення забруднених ґрунтів працюють вчені всього світу. Існують фізичні, хімічні, мікробіологічні методи очистки забрудненого ґрунту. В залежності від виду та концентрації полутантів, очистку ґрунтів можна проводити з виїмкою, або на місці [2]. Враховуючи те, що забруднені зони досить часто розташовані поряд з людським житлом, для їх рекультивації та ремедіації необхідно застосовувати екологічно безпечні методи.

Перспективним екологічно безпечним та економічно вигідним методом відновлення таких ґрунтів може бути фіторемедіація. Процеси фіторемедіації базуються на здатності рослин акумулювати, деградувати, стабілізувати, трансформувати і/або випаровувати забруднювачі з великої кількості природних матриць, зокрема ґрунту та води.

Раніше вважалось, що надзвичайно гідрофобні хлорорганічні сполуки не здатні надходити у наземні частини рослин [3]. Але дослідження

останніх років показали здатність деяких видів рослин інтенсивно накопичувати стійкі хлорорганічні сполуки [4,5,6]. Перехід органічних поллютантів із ґрунту в рослини залежить від виду рослин, типу ґрунту, його агрохімічних показників, тощо. В результаті досліджень, проведених у США та Канаді в останні роки, складено перелік рослин, здатних екстрагувати сполуки типу ДДТ з ґрунтів, характерних для цих країн [7]. Таким чином, одним з ключових моментів розробки фітореMediaційних технологій є підбір рослин, здатних вилучати відповідні забруднювачі з певного типу ґрунту.

Завдання досліджень

Мета роботи – встановити рослини – екстрагенти для відновлення типових для України ґрунтів, забруднених стійкими хлорорганічними сполуками, та підібрати норми внесення мінеральних добрив, які сприятимуть максимальному надходженню поллютантів у рослину.

Об'єкти досліджень

Об'єкт дослідження – здатність однорічних рослин вилучати стійкі хлорорганічні сполуки з ґрунту.

Матеріали та методи досліджень

Для досягнення поставленої мети нами було проведено два модельовані досліді на сірому лісовому ґрунті на фоні різних доз мінерального живлення. Кількість повторень – триразова.

Схема першого досліді включала п'ять варіантів:

1. Ґрунт без ДДТ (контроль);
2. Ґрунт + ДДТ;
3. Ґрунт + ДДТ + $N_{45}P_{60}K_{45}$;
4. Ґрунт + ДДТ + $N_{60}P_{90}K_{60}$;
5. Ґрунт + ДДТ + $N_{90}P_{135}K_{90}$.

Як рослини–екстрагенти у першому досліді виступали кабачки (*Cucurbita pepo*) та квасоля (*Phaseolus vulgaris*).

Схема другого досліді включала шість варіантів:

1. Ґрунт без ДДТ (контроль);
2. Ґрунт + ДДТ;
3. Ґрунт + ДДТ + $N_{30}P_{45}K_{30}$;
4. Ґрунт + ДДТ + $N_{45}P_{60}K_{45}$;
5. Ґрунт + ДДТ + $N_{60}P_{90}K_{60}$;
6. Ґрунт + ДДТ + $N_{90}P_{135}K_{90}$.

У другому досліді як рослину–екстрагента використовували кабачки (*Cucurbita pepo*).

Досліді були проведені у відповідності до вимог вегетаційних і лабораторних методів вивчення гербіцидів [8]. Досліджувані ґрунт та

рослини аналізували на вміст ДДТ та його метаболітів методом газорідинної хроматографії з детектором для захоплення електронів згідно затвердженої Міністерством охорони здоров'я методики [9].

Результати досліджень

Перший дослід тривав з 6.02.04 по 6.04.04. За контроль було взято сирій лісовий ґрунт не забруднений ДДТ чи продуктами його метаболізму. В інші чотири варіанти (2–5) внесли 0,02 % розчин ДДТ в ацетоні (що дорівнює рівню забруднення в 20 разів більше допустимого). Використовували технічний препарат ДДТ складу: [57,6 % 4,4'-ДДТ, 31,5 % 2,4'-ДДТ, 1,2 % 4,4'-ДДЕ, 0,5 % 4,4'-ДДД і 4,8 % (2,4 %-ДДЕ, 2,4'-ДДД та не ідентифіковані сполуки)].

Крім того, в ґрунт відповідно були внесені добрива: в 3 варіант – $N_{45}P_{60}K_{45}$; в 4 варіант – $N_{60}P_{90}K_{60}$; в 5 варіант – $N_{90}P_{135}K_{90}$. У даних варіантах досліджувалась здатність кабачків та квасолі екстрагувати ДДТ. З цією метою рослини відбирали на стадії трьох справжніх листків і встановлювали концентрацію 4,4'-ДДТ в кожному варіанті. Таким чином було з'ясовано коефіцієнти переходу, які відповідно становлять для кабачків (рис.1): у 2 варіанті – 0,09; у 3 варіанті – 0,07; у 4 варіанті – 0,19; у 5 варіанті – 0,18; а для квасолі (рис.2): у 2 варіанті – 0,06; у 3 варіанті – 0,13; у 4 варіанті – 0,14; у 5 варіанті – 0,12.

Таким чином, найвищий коефіцієнт переходу 4,4'-ДДТ із сірого лісового ґрунту в рослини кабачків відмічено при внесенні НРК у співвідношенні 60:90:60 чи 90:135:90, а в рослини квасолі – відповідно у 45:60:45 чи 60:90:60. Тому при використанні даних рослин у якості ремедіаторів даного типу ґрунту, забрудненого 4,4'-ДДТ, доцільно їх використовувати при даній нормі внесення мінеральних добрив.

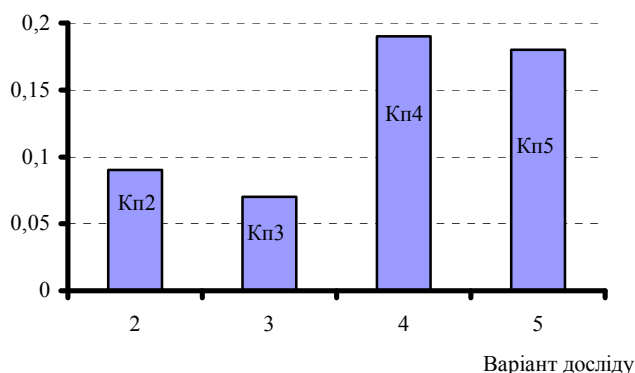


Рис.1. Залежність коефіцієнту переходу (Кп) 4,4'-ДДТ із сірого лісового ґрунту в рослини кабачків від норм мінеральних добрив

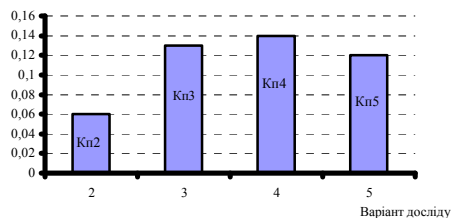


Рис.2. Залежність коефіцієнту переходу (Кп) 4,4'-ДДТ із сірого лісового ґрунту в рослини квасолі від норм мінеральних добрив

Виходячи з того, що рослини кабачків у першому досліді проявили себе кращими ремедіаторами в порівнянні з рослинами квасолі (оскільки мають вищий коефіцієнт переходу), було закладено другий вегетаційний дослід з даною культурою. Метою даного дослідю було встановити, які процеси протікають в різні фази розвитку рослини (чи це фітоекстракція, чи фітодеградація), та яка частина вилученого 4,4'-ДДТ та 4,4'-ДДЕ депонується у суцвітті.

Даний дослід тривав з 12.05.04 по 5.07.04. За контроль, як і в першому досліді, було взято ґрунт, не забруднений ДДТ чи продуктами його метаболізму. В інші п'ять варіантів (2-6) внесли розчин ДДТ в ацетоні (що дорівнює рівню забруднення у 25 разів більше допустимого). Крім того, в ґрунт відповідно були внесені добрива: у 3 варіанті – $N_{30}P_{45}K_{30}$; у 4 варіанті – $N_{45}P_{60}K_{45}$; у 5 варіанті – $N_{60}P_{90}K_{60}$; у 6 варіанті – $N_{90}P_{135}K_{90}$.

Дослідні рослини відбирали у два прийоми: перший раз на стадії трьох справжніх листків, другий раз – з появою суцвіть. В обох випадках аналізували співвідношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ. Результати представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Відношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ в кабачках першого і другого зборів

Зміст варіанту	Відношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ в кабачках першого збору	Відношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ в кабачках другого збору
Ґрунт + ДДТ	1 : 9	1 : 12,37
Ґрунт + ДДТ + $N_{30}P_{45}K_{30}$	1 : 8,63	1 : 6,88
Ґрунт + ДДТ + $N_{45}P_{60}K_{45}$	1 : 4,65	1 : 9,88
Ґрунт + ДДТ + $N_{60}P_{90}K_{60}$	1 : 4,07	1 : 8,81
Ґрунт + ДДТ + $N_{90}P_{135}K_{90}$	1 : 5,87	1 : 11,43

Як видно з таблиці 1, відношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ становить 1:6 в кабачках першого збору і 1:10 в рослинах другого збору. Також було визначене співвідношення 4,4'-ДДЕ до 4,4'-ДДТ у ґрунті, яке в середньому становило 1:41. Аналізуючи дані таблиці можна зробити висновок, що процеси фітоекстракції та фітодеградації в рослинах кабачків протікають паралельно. Причому до стадії трьох справжніх листків в рослинах кабачків процес перетворення 4,4'-ДДТ в 4,4'-ДДЕ відбувається досить

активно. До фази цвітіння надходження 4,4'-ДДТ в рослину зростає майже вдвічі, але процес перетворення його в 4,4'-ДДЕ дещо уповільнюється.

Висновки

1. Установлено, що рослини кабачків доцільно використовувати в технологіях фітореMediaції забрудненого хлорорганічними пестицидами сірого лісового ґрунту.
2. Показано, що максимальне вилучення ХОП із сірого лісового ґрунту рослинами кабачків відбувається при внесенні NPK у співвідношенні 60:90:60 чи 90:135:90.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження слід зосередити на здатності вищих рослин вилучати стійкі органічні забруднювачі (гексахлорциклогексан, поліхлорованих дифенілів та гексахлорбензолу) з типових ґрунтів України.

Література

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія / В.П.Патика, Н.А.Макаренко, Л.І.Моклячук та ін.; За ред. В.П.Патика.– К.: Основа, 2005. – 300с.
2. *Mc Intyre T., and Lewis G.M.* The advancement of phytoremediation as an innovative environmental technology for stabilization, remediation, or restoration of contaminated sites in Canada. // *J. Soil Contam.*– 1997.– № 6.– P. 227–241.
3. *Bell. R.M., Failey R.A.* Plant uptake of organic pollutants in organic contaminants in the environment // Elsevier Applied Science.- New York, NY. 1991.– P. 189–206.
4. Plant species monitoring for phytoremediation of pesticide-contaminated soil. / *A.Nurzhanova., P. Kulakow, G. Turner* and oth. // *Proceeding of 7th International HCH and pesticides forum, Ukraine – 2003.* P.122–124.
5. Phytoextraction of weathered p,p'-DDE by zucchini (*Cucurbita pepo*) and cucumber (*Cucumis sativus*) under different cultivation conditions. / *X. Wang, J.White, M. Gent.* and other. // *J. Phytoremed.*– 2004. – V.6 (4). – P.363–385.
6. *Zeeb B., Lunnay A., Reimer K.* The potential for phytoremediation of DDT; greenhouse studies. *Proceeding of 7th International HCH and pesticides forum, Ukraine – 2003.* P. 125–127.
7. Introduction to Phytoremediation. Appendix D, 2000. EPA/600/R-99/107.
8. *Войтехова В.А.* Вегетационный и лабораторный методы изучения гербицидов. // *Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами: Сб. статей.* – М.: Наука, 1967.– С. 125–137.
9. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справ. изд./ под ред. *М.А. Клисенко.* – М.: Колос, 1983. – С. 5–10.