

ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНІ ЗЕМЛІ ТА ШЛЯХИ ЇХ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

У статті йдеться про площі ґрунтів України, забруднених важкими металами і пестицидами, а також про шкоду, яку завдають такі ґрунти вирощуванню на них рослин. У результаті узагальнення експериментальних даних різних установ опрацьовані рекомендації щодо реабілітації таких ґрунтів.

Ключові слова: важкі метали, пестициди, реабілітація земель, детоксикація, фізична адсорбція, фітомеліорація, фітодеградація, фітостабілізація, ремедіація.

В статті речь идет о площадях почв Украины, загрязненных тяжелыми металлами и пестицидами, а также о вреде, который причиняют такие почвы выращиваемым на них растениям. В результате обобщения экспериментальных данных разных учреждений обработаны рекомендации по реабилитации таких почв.

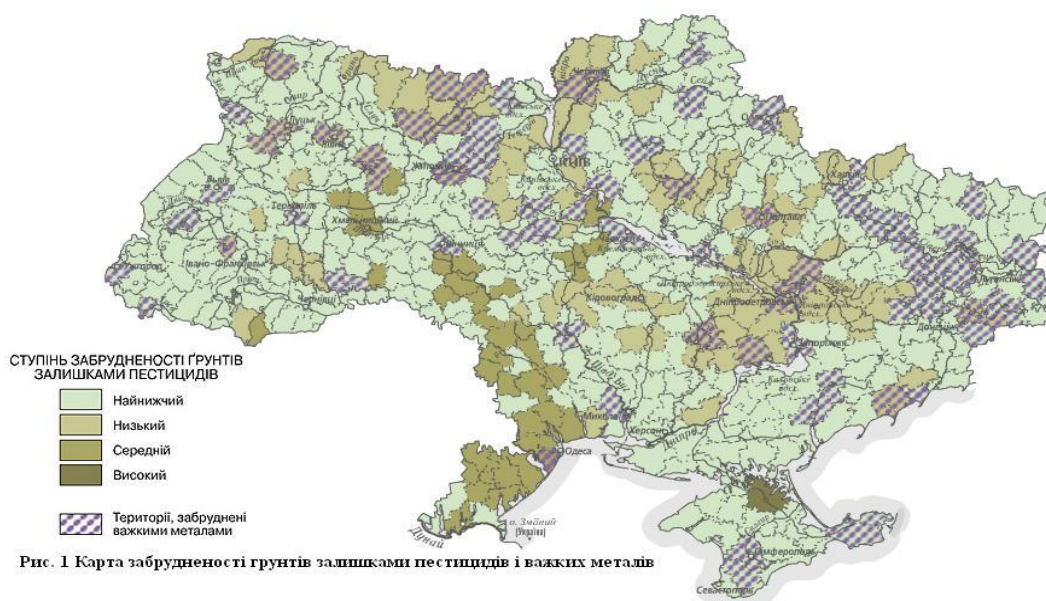
Ключевые слова: тяжелые металлы, пестициды, реабилитация земель, детоксикация, физическая адсорбция, фитомелиорация, фитодegradация, фитостабилизация, ремедиація.

The article focuses on the areas of Ukrainian soils contaminated with heavy metals and pesticides, also about the harm that causes such soil by the cultivation of plants on them. As a result of generalization of experimental data from different institutions processed recommendations for the rehabilitation of such soils.

Key words: heavy metals, pesticides, land rehabilitation, detoxification, physical adsorption, phytomelioration (reclamation), phitodegradation, phytostabilization, remediation.

За оцінками Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», загальна площа забруднених земель в Україні складає близько 9 млн га, з них 4,2 млн га – радіаційно забруднені землі; 2,0 млн га – землі,

забруднені важкими металами; 2,8 млн га – землі, забруднені токсикантами органічного й неорганічного походження. Характер забруднення ґрунтів країни важкими металами і пестицидами представлено на рис. 1.



Мета роботи: вивчення об'єму та характеру забруднення ґрунтів України важкими металами та пестицидами й опрацювання заходів із їх безпечного використання.

Проблема техногенного забруднених ґрунтів та їх подальшого використання потребує вирішення. Самовідновлення ґрунту є процесом дуже повільним, на який людина має незначний вплив. Здійснювати рекультивацию забруднених земель необхідно розпочинати з розробки способів їх використання в агропромисловому виробництві, що дозволили б якнайшвидше відновлювати такі землі та отримувати з них безпечну продукцію.

Основні особливості використання техногенно забруднених земель зазначені у главі 27 Земельного кодексу України. Стаття 169 наводить таке визначення: «Техногенно забруднені землі – це землі, забруднені внаслідок господарської діяльності людини, що призвела до деградації земель та її негативного впливу на довкілля і здоров'я людей».

Стаття 170 присвячена особливостям використання техногенно забруднених земель. Пункт перший наголошує на тому, що техногенно забруднені землі сільськогосподарського призначення, на яких не забезпечується одержання продукції, що відповідає встановленим вимогам, нормам, правилам, нормативам, підлягають вилученню із сільськогосподарського обігу та консервації.

Основними видами техногенних забруднень сільськогосподарських угідь (за поширеністю та площею) є забруднення пестицидами, важкими металами та нафтопродуктами.

Характер забруднення ґрунтів (вид забруднювача, його кількість, розподіл у ґрунтового профілі), а також ґрунтові умови потребують зваженого й диференційованого підходу до реабілітації таких ґрунтів і їх подальшого використання в господарській діяльності.

Нами проаналізовано результати роботи багатьох науково-дослідних установ, як у нашій країні, так і закордоном, що дало можливість опрацювати заходи з реабілітації ґрунтів, забруднених важкими металами і пестицидами (табл. 1).

Аналізуючи наведені дані, можна констатувати таке. Із фізичних заходів реабілітації забруднених важкими металами і залишками пестицидів ґрунтів

заслужують на увагу такі, як переміщення забрудненого прошарку за межі формування основної маси коріння; видалення забрудненого прошарку ґрунту й нанесення незабрудненого, посилення адсорбції забруднювачів шляхом внесення адсорбентів, у тому числі й органічних добрив, промивання розчинних форм забруднювачів зрошувальними водами.

Із хімічних заходів реабілітації ґрунту варто звернути увагу на такі: усунення кислої реакції ґрунтового розчину, добір реагентів для переведення забруднювачів у нерозчинну форму або в нешкідливі сполуки; застосування інактиваторів важких металів, внесення фосфатних добрив для зменшення токсичної дії міді, цинку, кадмію, внесення сорбентів важких металів; внесення карбонатів, доломітового борошна, фосфогіпсу, подрібненої соломи та інших органічних добрив для зменшення рухомості ВМ; пошук та внесення хімікатів для зв'язування пестицидів у нерозчинні форми; обробка сумішшю ПЕГ і КОН для очищення від хлорорганічних та циклодієнових інсектицидів; обробка ґрунту сполуками заліза для дегалогенування пестицидів тощо.

Найефективнішими біологічними заходами реабілітації забруднених важкими металами земель є: вилучення забруднювачів за допомогою рослин-накопичувачів; використання бактерії *Ralstonia metallidurans* та інших мікроорганізмів, фітоекстракція, фітодеградація, фітоволоотація, фітостабілізація тощо.

Для реабілітації забруднених залишками пестицидів ґрунтів варто застосувати: боротьбу з бур'янами, узгоджувати строки сівби й збирання врожаю, внесення в ґрунт пестицидорозкладаючих мікроорганізмів, епоксидацію, дегідрогенізацію, кон'югацію з амінокислотами, мікробну мінералізацію, стимулювання мікробного метаболізму тощо.

Проведення заходів із реабілітації техногенно забруднених ґрунтів, безумовно, потребує певних витрат, але вони окуповуються вирощуваною продукцією (табл. 2).

Чистий прибуток з 1 га таких земель становить: при застосуванні фізичних заходів 2,1 – 4,3; хімічних 3,1 – 4,2 і біологічних 3,5 – 4,3 тис. грн.

Зі всієї площі техногенно забруднених земель ці показники становитимуть відповідно: 20350,1; 20191,9 та 217226,7.

Таблиця 1

Найменування забруднювача	Площа в Україні, тис. га	Ступінь забруднення ґрунту	Заходи щодо реабілітації		
			фізичні	хімічні	біологічні
1	2	3	4	5	6
Важкі метали	57,000	Надзвичайно небезпечний (більше 2,5 ГДК)	<p>1. Вилучення забрудненого шару ґрунту, нанесення незабрудненого шару товщиною не менше ніж 30 см.</p> <p>2. Внесення підвищених норм органічних добрив у поєднанні з вирощуванням у перші роки багаторічних бобово-злакових трав.</p> <p>3. Плантажна оранка на 40-50 см з винесенням на поверхню шарів ґрунту, що містить менше ВМ.</p> <p>4. Фізична адсорбція забруднюючих речовин у ґрунті Ван-дер-Вальсовими силами взаємодії між молекулами адсорбенту і адсорбату.</p> <p>5. Фільтрація зрошувальними водами</p>	<p>1. Блокування токсичності шляхом зміни рН ґрунту до нейтральної або слаболужної реакції, застосовуючи вапнякові матеріали.</p> <p>2. Хімічна детоксикація за рахунок вступу хімічних забруднюючих речовин у реакцію із хімічними компонентами ґрунтів (реакція хімічної сорбції, гідролізу, окиснення-відновлення, кристалічні реакції).</p> <p>3. Застосування поглинювачів (інактиваторів) ВМ, зокрема цеолітів та глауконіту.</p> <p>4. Внесення сульфату амонію для збільшення акумуляції кадмію в наземних органах рослин</p>	<p>1. Використання бактерій <i>Ralstonia metallidurgans</i> для розщеплення органічних сполук.</p> <p>2. Фітомеліорація: висів бобових трав, ріпаку, кормових бобів та інших рослин, що накопичують ВМ: сарептська гірчиця, ярутка, бурячок, коноплі, лобода, овес, гречка, куничник наземний.</p> <p>3. Внесення в ґрунт мікроорганізмів, що переводять ВМ у форми, недоступні для рослин.</p> <p>4. Стимулювання процесів метаболізму та біоконцентрування за рахунок комплексоутворення, сорбції та біодеградації речовин.</p> <p>5. Фітоекстракція.</p> <p>6. Ризофільтрування.</p> <p>7. Фітодеградація.</p> <p>8. Фітоволотація</p> <p>9. Фітостабілітація</p>
Важкі метали	285,000	Високонебезпечний (1,5-2,5 ГДК)	<p>1. Агромеліоративні заходи: глибока, плантажна, ярусна, безполічкова оранка.</p> <p>2. Внесення підвищених норм органічних добрив у поєднанні з вирощуванням у перші роки багаторічних бобово-злакових трав.</p> <p>3. Фізична адсорбція забруднюючих речовин у ґрунті.</p> <p>4. Фільтрація зрошувальними водами.</p> <p>5. Внесення сорбентів важких металів</p>	<p>1. Внесення фосфатних добрив для зниження токсичної дії міді, цинку та кадмію.</p> <p>2. Промивання ґрунту сильними кислотами для комплексоутворення сполук ВМ у нерозчинні форми.</p> <p>3. Інактивація за рахунок іонообмінних смол, органічних речовин, які утворюють халатні сполуки.</p> <p>4. Застосування карбонатів для зниження рухомості ВМ</p>	<p>1. Фітомеліорація: висів бобових трав, ріпаку, кормових бобів та інших рослин, що накопичують ВМ: сарептська гірчиця, ярутка, бурячок, коноплі, лобода, овес, гречка, куничник наземний.</p> <p>2. Внесення в ґрунт мікроорганізмів, що переводять ВМ у форми, недоступні для рослин.</p> <p>3. Стимулювання процесів метаболізму та біоконцентрування за рахунок комплексоутворення, сорбції та біодеградації речовин.</p> <p>4. Фітоекстракція.</p> <p>5. Ризофільтрування.</p> <p>6. Фітодеградація.</p> <p>7. Фітоволотація.</p> <p>8. Фітостабілітація</p>

1	2	3	4	5	6
Важкі метали	789,000	Помірно небезпечний або допустимий (0,5-1 ГДК)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внесення підвищених норм. органічних добрив у поєднанні з вирощуванням у перші роки багаторічних бобово-злакових трав. 2. Фізична адсорбція забруднюючих речовин у ґрунті Ван-дер-Вальсовими силами взаємодії між молекулами адсорбенту й адсорбату. 3. Фільтрація зрошувальними водами 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внесення доломітового борошна, фосфогіпсу, подрібненої соломи для зниження рухомості ВМ. 2. Внесення сорбентів ВМ. 3. Внесення меліорантів для нейтралізації ґрунтового розчину. 4. Внесення фосфорних добрив для зниження токсичної дії міді, цин-ку та кадмію. 5. Застосування цеолітів, глауконітів для нейтралізації рухомих форм ВМ. 6. Внесення органічних добрив для зниження рухомості ВМ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фітомеліорація: висів бобових трав, ріпаку, кормових бобів та інших рослин, що накопичують ВМ: сарептська гірчиця, ярукта, бурячок, коноплі, лобода, овес, гречка, кунічник наземний. 2. Стимулювання процесів метаболізму та біоконцентрування за рахунок комплексоутворення, сорбції та біодеградації речовин. 3. Вирощування рослин, що накопичують ВМ. 4. Фітоекстракція. 5. Ризофільтрування. 6. Фітодеградація. 7. Фітоволотація. 8. Фітостабілітація
Пестициди	266,700	Високий (0,1 мг/кг)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вилучення забрудненого шару ґрунту, нанесення незабрудненого шару товщиною не менше ніж 30 см. 2. Глибока плантажна, ярусна, безполічкова оранка. 3. Внесення органічних і мінеральних добрив. 4. Вимивання пестицидів зрошувальними водами. 5. Дотримання сівозміни, обробітку ґрунту, термінів і способів сівби, збирання врожаю 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внесення хімічних речовин, які зв'язують діючу речовину пестициду в нерозчинну форму. 2. Обробка ґрунту сумішшю ПЕГ і КОН для очищення ґрунтів від хлорорганічних та циклодієнових інсектицидів. 3. Обробка ґрунту сполуками заліза для дегалогенірування пестицидів 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Узгодження строків сівби та збирання врожаю. 2. Внесення в ґрунт мікроорганізмів, які розкладають ксенобіотики. 3. Епоксидація. 4. Деалкілювання. 5. Дегідрогенізація. 6. Кон'югація з амінокислотами. 7. Добір рослин, які формують кореневу систему поза забрудненим прошарком. 8. Поглинання і розкладання ферментативною системою рослинних організмів діючої речовини пестицидів. 9. Попередня обробка забрудненого ґрунту різними реагентами для утворення продуктів, які легко піддаються мікробній мінералізації. 10. Обробка ґрунту пестицидрозкладаючими мікроорганізмами або ензимами. 11. Стимулювання мікробного метаболізму
Пестициди	3875,900	Середній (0,05 мг/кг)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Глибока плантажна, ярусна, безполічкова оранка. 2. Внесення органічних і мінеральних добрив. 3. Вимивання пестицидів зрошувальними водами. 4. Дотримання 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пошук і внесення хімічних речовин, які зв'язують діючу речовину пестициду в нерозчинну форму. 2. Обробка ґрунту сумішшю ПЕГ і КОН для очищення, забруднених 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внесення в ґрунт мікроорганізмів, які можуть розкласти ксенобіотики. 2. Епоксидація. 3. Деалкілювання. 4. Дегідрогенізація. 5. Кон'югація з амінокислотами.

			сівозміни, обробітку ґрунту, термінів і способів сівби, збирання врожаю	хлороорганічними та циклодієновими інсектицидами ґрунтів. 3. Обробка ґрунту сполуками заліза для дегалогенування пестицидів	6. Попередня обробка забрудненого ґрунту різними реагентами для утворення продуктів, які легко піддаються мікробній мінералізації. 7. Боротьба з бур'янами
--	--	--	---	--	---

Таблиця 2

Економічна ефективність реабілітації техногенно забруднених ґрунтів, тис. грн/га.

Найменування забруднювача	Ступінь забруднення ґрунту	Заходи								
		фізичні			хімічні			біологічні		
		вартість заходу і вирощування рослин	вартість продукції	економічна ефективність	вартість заходу і вирощування рослин	вартість продукції	економічна ефективність	вартість заходу і вирощування рослин	вартість продукції	економічна ефективність
Важкі метали	надзвичайно небезпечний (більше 2,5 ГДК)	5,2	7,5	2,3	4,3	7,5	3,2	3,2	7,5	4,3
	високо небезпечний (1,5-2,0 ГДК)	3,6	7,5	3,9	4,4	7,5	3,1	3,2	7,5	4,3
	помірно небезпечний або допустимий (0,5-1 ГДК)	3,2	7,5	4,3	4,4	7,5	3,1	3,2	7,5	4,3
Пестициди	високий (0,1 г/кг)	5,4	7,5	2,1	3,3	7,5	4,2	4,0	7,5	3,5
	середній (0,05 мг/кг)	3,6	7,5	3,9	3,5	7,5	4,0	3,4	7,5	4,1

ЛІТЕРАТУРА

1. Бреславець А. І. Техногенно забруднені ґрунти та шляхи їх поліпшення [Електронний ресурс] / А. І. Бреславець, А. І. Юрченко.
2. Піндрус А. А. Біоремедіація ґрунтів, забруднених пестицидами / А. А. Піндрус, Н. А. Ямборко, Г. О. Іутинська, В. Й. Лоханська // I-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.-техн. конф., 4-7 жовтня 2006 р. : тези допов. – Вінниця, 2006. – С. 134.
3. Ильинский А. В. Биологическая очистка почв, загрязненных тяжелыми металлами / А. В. Ильинский // Агрохим. вестник. – 2003. – № 5. – С. 30–32.
4. Земельний кодекс України. – К., 2002. – 206 с.
5. Кравець О. П. Сучасний стан та проблеми фітоочиснення ґрунтів від радіонуклідів і важких металів / О. П. Кравець // Физиология и биохимия культ. растений. – 2002. – Т. 34. – С. 377–386.
6. Методы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами / Л. В. Кирейчева, И. В. Глазунова // Почвоведение. – М., 1995. – Вып. 7. – С. 892–896.
7. Кретова Л. Г. Влияние органического вещества на поведение пестицидов в почве / Л. Г. Кретова // Агрохимия. – 1986. – № 10. – С. 127–134.

Рецензенти: Гамаюнова В. В., д. с.-г. н., професор;
Антипова Л. К., д. с.-г. н., доцент.

© Грабак Н. Х., Будикіна Ю. І., 2014

Дата надходження статті до редколегії 11.02.2014 р.

ГРАБАК Наум Харитонович – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології та природокористування ЧДУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

Коло наукових інтересів: розробка ґрунтоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

БУДИКІНА Юлія Іванівна – студентка факультету еколого-медичних наук ЧДУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

Коло наукових інтересів: реабілітація техногенно забруднених земель.