

ЗАКОНОМІРНОСТІ МІГРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СИСТЕМІ „ҐРУНТ– РОСЛИНА” В ЗОНІ ЗАКОНСЕРВОВАНОГО ЗВАЛИЩА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Визначено вміст важких металів у ґрунті і рослинах території законсервованого звалища твердих побутових відходів (ТВП) і прилеглих ділянок північно-західного напрямку. Розраховані коефіцієнти переходу важких металів у системі “ґрунт–рослина” в умовах полікомпонентного забруднення дерново-слабопідзолистого ґрунту рухомими формами важких металів.

Вступ

Ґрунти, які піддані антропогенній дії, мають підвищену (в порівнянні з фоном) рухомість важких металів, що позначається на хімічній рівновазі

природної системи [1]. Забрудненість ґрунтового покриву важкими металами впливає на надлишкове надходження іонів в рослинний організм, і, відповідно, й на рівень їх вмісту в кормах і продуктах харчування [3].

Надходячи у рослину, важкі метали знижують урожай, погіршують його якість не лише своєю токсикацією, але і заважають надходженню в рослини необхідних елементів живлення [7,8].

Відомо, що найбільше токсикантів накопичується в кореневій системі рослин, менше – в стеблах і найменше – в репродуктивних органах [2].

Рух важких металів з ґрунту в рослини визначається, головним чином, концентрацією в ґрунті їх легкодоступних форм. Питоме поглинання важких металів знаходиться в залежності від фізико-хімічних властивостей ґрунту, зокрема рН ґрунтового розчину, окисно-відновних умов, органічно-мінерального складу, що для дерново-підзолистих ґрунтів є причиною більш інтенсивного поглинання важких металів рослинами. Встановлено зв'язок між вмістом рухомих сполук важких металів у ґрунті з вмістом гумусу [9] та їх накопиченням в рослинах, що є причиною для порівняння їх вмісту в ґрунті і у вегетативній масі рослин [5,6].

Інтенсивність накопичення кожного елементу рослинами, як правило, є величиною постійною. Проте існує ряд складних факторів, що коректують процес поглинання мікроелементів, особливо при зміні умов зовнішнього середовища, коли змінюються явища синергізму та антагонізму, котрі є постійними і змінюють свій характер у залежності від напрямків відхилень концентрацій взаємодіючих елементів відносно оптимуму для вирощування культури [3].

Метою нашої роботи було: дослідити поведінку важких металів у системі „ґрунт–рослина” за умов полікомпонентного забруднення цими небезпечними токсикантами дерново-слабопідзолистого ґрунту території, прилеглої до законсервованого луцького звалища ТПВ.

Матеріали і методика досліджень

ґрунти досліджуваної ділянки дерново-слабопідзолисті супіщаного гранулометричного складу. За фізико-хімічними властивостями вони відносяться до кислих, слабокислих (рН 4,6–5,6), вміст гумусу (за Тюрнімом) лежить в межах 1,2 %. Гумус гуматно-фульватний.

На території законсервованого звалища ТПВ і на відстані 50, 200, 500 м від нього в північно-західному напрямі були відібрані змішані зразки ґрунту з глибини 0–20 см. Зразки ґрунту відбирали згідно з ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЄВ 3847-82).

У тих же місцях відібрали змішані зразки рослин з площі 1 м² в 3-кратній повторності. Аналізували всю надземну частину, без розподілу на органи.

Для виявлення ступеня антропогенного впливу звалища ТПВ на вміст ВМ в ґрунтах і рослинах, як фонову, використовували цілину ділянку з природною родючістю, яка не піддана техногенному навантаженню і на

котрій сільськогосподарські роботи не проводилися протягом останніх 40 років. Ділянка розміщена на відстані 5 км від об'єкта дослідження в північно-східному напрямі.

Визначення мікроелементів (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn) у ґрунті і рослинах проведено атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С-115 ПК.

З метою встановлення ступеня техногенного впливу законсервованого звалища ТПВ на забруднення ґрунту визначені концентрації мікроелементів порівнювали з гранично-допустимими концентраціями (ГДК) важких металів в ґрунтах [4].

Результати досліджень

Результати вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті в місцях відбору зразків рослин, а також їх вміст у рослинах подані в таблиці 1.

Таблиця 1. Вміст важких металів в ґрунті і фітомасі рослин

Місце відбору зразка	Pb		Cd		Zn		Cu		Ni		Co		Mn	
	Г*	Р*	Г	Р	Г	Р	Г	Р	Г	Р	Г	Р	Г	Р
Фон	0,8	0,10	0,03	0,005	1,2	3,64	0,4	1,85	1,9	1,0	0,8	0,78	34,0	51,1
Територія звалища	8,5	1,65	0,32	0,18	20,1	45,37	7,0	16,80	4,8	5,5	4,1	2,34	206,2	189,7
50 м від звалища	11,9	3,02	0,22	0,10	45,3	84,78	7,4	18,87	7,1	13,9	4,5	2,07	161,6	142,2
200 м від звалища	7,8	1,40	0,20	0,08	8,9	17,89	7,3	19,71	6,8	11,2	3,9	1,64	128,1	95,0
500 м від звалища	4,0	0,62	0,14	0,05	6,5	11,83	2,7	8,69	3,8	3,5	1,3	0,92	105,2	86,1
ГДК: в рослинах за Ільїним [2]	10 – 20		5 – 10		150 – 200		15 – 20		20 – 30		10 – 20		> 400	

Примітка: Г* – концентрація рухомих форм ВМ у ґрунті, мг/кг;

Р* – концентрація ВМ у фітомасі рослин, мг/кг сухої маси.

Аналіз отриманих результатів щодо вмісту рухомих форм мікроелементів на досліджуваній території показав, що перевищення ГДК відмічено для наступних елементів: свинець, цинк, нікель, мідь і марганець. Так, на території звалища відмічено перевищення ГДК в 4 рази для свинцю, в 2,5 рази для міді, в 4 рази для марганцю і незначне перевищення ГДК для нікелю. На відстані 200 м вміст рухомого свинцю перевищував ГДК у 4 рази, марганцю – у 2,5 рази, міді – у 2 рази, нікелю – у 1,5 рази. На відстані 500 м від звалища спостерігалась найменша концентрація досліджуваних металів у порівнянні з попередніми ділянками. На цій території у 2 рази відмічено перевищення ГДК свинцю та марганцю.

Щодо вмісту важких металів у рослинах порівняно з їх вмістом у ґрунті, слід зазначити, що вміст свинцю і кадмію в рослинах як на фоновій території, так і на забруднених ділянках, був меншим у порівнянні з їх вмістом у ґрунті. Так, у ґрунті вміст свинцю коливався від 0,8 до 11,9 мг/кг, а в рослинах його концентрація змінювалась від 0,10 до 3,02 мг/кг сухої речовини.

Що стосується цинку і міді, то їх кількість у рослинах перевищує їх вміст у ґрунті. Концентрація міді у рослинах знаходилась в межах ГДК (16,80, 18,87, 19,71 мг/кг сухої речовини), але з віддаленням від звалища її кількість різко зменшується. Так, на віддалі 200 м від звалища вміст міді в рослинах становив 19,7 мг/кг, а на віддалі 500 м – 8,69 мг/кг.

Нагромадження нікелю в рослинах фоновій території було меншим, ніж у ґрунті, а на ділянках, де відмічено полікомпонентне забруднення важкими металами, у всіх зразках рослин спостерігалась більша кількість елемента, ніж у ґрунті.

Щодо марганцю спостерігалася картина цілком протилежна. На фоновій території вміст даного елемента в рослинах перевищував його концентрацію у ґрунті, а в рослинах, відібраних з території звалища і прилеглих ділянок, кількість марганцю була меншою від концентрації в ґрунті.

Вміст кобальту в рослинах на всіх досліджуваних ділянках був меншим у порівнянні з його вмістом у ґрунті, що очевидно пов'язано з його розчинністю та рухомістю.

Отже, вміст важких металів в рослинах, відібраних з території звалища і прилеглих до нього ділянок, був більшим у порівнянні з їх вмістом у рослинах фоновій території. Підвищеному вмісту важких металів у рослинах, однозначно, сприяв високий вміст їх рухомих форм у ґрунті. В цілому, рівень вмісту Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn в рослинах, відібраних із забруднених ділянок не досягав рівня токсичності для більшості елементів. На рівні ГДК відмічено в рослинах концентрацію міді.

Для характеристики міграції хімічних елементів у біосфері використовують коефіцієнт біологічного поглинання (КБП) визначений А.І. Перельманом. Цей коефіцієнт дорівнює відношенню кількості елемента в золі рослини даного ландшафту, до вмісту даного елемента в гірській породі або ґрунті, на якому росте дана рослина. КБП показує активність переходу елементів з навколишнього середовища до складу рослин.

Оскільки потік важких металів з ґрунту в рослини визначається концентрацією в ґрунті їх рухомих форм, то показником інтенсивності міграції в системі „ґрунт - рослина” є величина коефіцієнту переходу (Кп), який являє собою відношення вмісту метала в рослині, мг/кг сухої речовини, до вмісту його рухомих форм у ґрунті, мг/кг.

Коефіцієнти переходу важких металів в системі „грунт - рослина” в дерново-слабопідзолистому ґрунті на фонівій території і в умовах полікомпонентного забруднення подані в таблиці 2.

Таблиця 2. Коефіцієнти переходу важких металів у системі “грунт–рослина” при полікомпонентному забрудненні дерново-слабопідзолистого ґрунту

Місце відбору зразка	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
Фон	0,12	0,17	3,03	4,63	0,53	0,98	1,50
Територія звалища	0,19	0,57	2,26	2,40	1,15	0,57	0,92
50 м від звалища	0,25	0,47	1,87	2,55	1,96	0,46	0,88
200 м від звалища	0,18	0,40	2,01	2,70	1,65	0,42	0,74
500 м від звалища	1,16	0,36	1,82	3,22	0,92	0,71	0,82

Розглядаючи поглинання досліджуваних металів у системі „грунт–рослина” на фонівій території, слід відмітити, що максимальні значення коефіцієнтів переходу були для цинку – 3,03, міді – 4,63, марганцю – 1,5, що свідчить про їх необхідність для життєдіяльності рослин. Найменші значення К_п відмічено для свинцю 0,12 і кадмію – 0,17.

Послідовність важких металів за інтенсивністю переходу їх з ґрунту в рослини на фонівій ділянці можна розташувати у вигляді: Cu>Zn>Mn>Co>Ni>Cd>Pb.

Процеси міграції важких металів у системі „грунт–рослина” в умовах полікомпонентного забруднення дерново-слабопідзолистого ґрунту відрізняється від процесів на фонівій території.

Так, для свинцю і кадмію відмічено зростання коефіцієнтів поглинання на забруднених ділянках (для Pb від 0,16 до 0,25, для Cd від 0,36 до 0,57), а отже, вміст цих елементів у рослинній масі збільшується відповідно до зростання їх концентрацій у ґрунті.

Коефіцієнти переходу для міді, цинку, кобальту і марганцю в умовах полікомпонентного забруднення ґрунту є меншими, ніж значення К_п цих металів на незабрудненій території. Значення К_п лежить у межах від 1,82 до 2,25 для Zn, від 2,40 до 3,22 для Cu, від 0,74 до 0,92 для Mn і від 0,40 до 0,71 для Co .

Для нікелю спостерігалась аналогічна тенденція, як для свинцю і кадмію. На забруднених ділянках коефіцієнт поглинання був значно вищим від значення К_п фонової території і знаходився в межах від 0,92 до 1,96.

Отримані результати щодо зменшення надходження в рослини Cu, Zn, Mn і збільшення надходження Cd, Pb і Ni при полікомпонентному забрудненні важкими металами дерново-слабопідзолистого ґрунту, можна пояснити явищем синергізму та антагонізму важких металів при їх надходженні в рослини.

Висновки

На основі вивчення закономірностей міграції важких металів у системі „грунт–рослина” в зоні законсервованого звалища ТПВ можна зробити наступні висновки:

1. Вміст рухомих форм важких металів в дерново-слабопідзолистому ґрунті впливає на їх накопичення в рослинній масі.

2. Рівень вмісту Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Cd, Pb в рослинах при полікомпонентному забрудненні ґрунту свинцем і марганцем на рівні 2–4 ГДК, міддю на рівні 2–2,5 ГДК і нікелем на рівні 1,5 ГДК не досягає межі токсичності для всіх досліджуваних металів, окрім міді. Концентрація міді в рослинах забруднених ділянок лежить у межах ГДК.

3. Кожен метал характеризується своїм коефіцієнтом переходу в системі “грунт–рослина”: Pb- 0.18...1.16; Cd-0.36...0.57; Zn-1.82...2.26; Cu-2.40...3.22; Ni-1.15...1.96; Co-0.42...0.71; Mn-0.74...0.92 з високим коефіцієнтом варіації у Pb і Zn.

4. Найбільші значення коефіцієнтів переходу характерні для міді, цинку і марганцю, найнижчі для кадмію і свинцю.

5. За умов полікомпонентного забруднення дерново-слабопідзолистого ґрунту рухомими формами важких металів (Cu, Zn, Mn, Ni, Pb) коефіцієнти поглинання для міді, цинку, марганцю і кобальту зменшуються, а для свинцю, кадмію і нікелю зростають.

Література

1. Бобовникова Ц.И., Малахов С.Г., Махонько Э.П. Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 247 с.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
3. Кабата – Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989, – 439 с.
4. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. Земельні ресурси України. – К.: Аграрна наука, 1988. – 148с.
5. Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 243 с.
6. Тойка М.А. Содержание тяжелых металлов в растениях и почвах. // Химия в сельском хозяйстве. – 1985, – № 6. – С. 49–57.
7. Химические элементы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1982. – 92 с.
8. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. – М.: Высшая шк, 1970. – 283 с.
9. Васенков Г.И., Добыши Л.Л. Содержание тяжелых металлов в почвенном покрове различных элементов агроландшафтов Полесья.. Труды Межгосуд.научн.конференции «Современные проблемы охраны земель» /НАН Украины. – Киев: СОПС, 1997. – ч. 2, – С. 213–215.