

УДК 631.8.045.3

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ ВОДОЙМ ПІСЛЯ ВЕРМИКУЛЬТИВУВАННЯ

К.І. ТИМЧИЙ, О.І. СІДАШЕНКО, А.В. БАБЧЕНКО,

В.Т. СМЕТАНІН

Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро

Досліджено закономірності розподілу міграції та акумуляції (валову та рухому форму) важких металів у донних відкладах, які було біотрансформовано вермикультурою роду Eisenia. Визначено зміни коефіцієнту рухливості важких металів: Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd у біотрансформованих субстратах. Виявлено позитивний вплив біотрансформації вермикультурою різних груп виду Eisenia veneta на збільшення показника коефіцієнта рухливості важких металів, зокрема Cu – у 1,8 разів, Pb – у 2 рази, Cd – у 1,09 разів, та Ni – 1,55 разів, порівняно з контролем.

Ключові слова: донні відклади, Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd, вермикультура роду Eisenia, атомно-абсорбційна, коефіцієнт рухливості.

Вступ. Вирішення екологічних проблем з безпеки довкілля це одна із пріоритетних проблем держави. Внаслідок техногенного впливу на біосферу та її складові, значна кількість важких металів і радіонуклідів опиняється у довкіллі. Інтенсифікація міграційних процесів цих сполук в екосистемах зумовлює актуальність контролю їх вмісту в об'єктах, у тому числі в донних відкладах водойм, на які відбувається вплив як природних, так і антропогенних факторів. Слід зазначити, що донні відклади мають властивість акумулювати такі екополютанти, як важкі метали. Тому, з огляду на екологічні складові безпеки навколишнього середовища, особливої уваги заслуговує вилучення

донних відкладів водойм, та їх біотрансформація за допомогою вермикюльтури у біологічно безпечне органічне добриво.

Проблемою використання донних покладів є вміст у них різноманітних важких металів. Однак, вся справа в концентрації хімічного елемента у середовищі існування. При дефіциті його вмісту для живих організмів, він розглядається як мікроелемент, при надлишку – як важкий метал [1]. Оцінка ступеня рухливості важких металів у донних відкладах і їх біодоступність є актуальним завданням, вирішення якого дозволить зберегти природне середовище, покращити стан ґрунтів і як наслідок – здоров'я людини.

У зв'язку з цим, метою дослідження було вивчення здатності дощових черв'яків виду *Eisenia veneta* проводити біотрансформацію донних відкладень водойм, змінюючи у них коефіцієнти рухливості важких металів.

Матеріали та методи дослідження. Валову та рухому форми важких металів у дослідних субстратах визначали методом атомно-абсорбційного спектрального аналізу, використовуючи спектрофотометр ААС "115"М1 із порожнистою лампою для відповідних металів. Метод забезпечує межу знаходження багатьох елементів на рівні 0,1–6,01 мкг/дм³, що у багатьох випадках дає можливість аналізувати ґрунти і зокрема донні відклади без попереднього концентрування елементів. У ході дослідження визначали такі метали: Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd.

Принцип методу полягає в тому, що для кількісного визначення використовується здатність атомізованих, тобто звільнених від хімічних зв'язків елементів, селективно поглинати у вузькому діапазоні довжини хвиль емісію збуджених атомів тих самих елементів. Вивільнення елементів з хімічних зв'язків, дисоціація, досягається вприскуванням розчину елемента, що аналізується, в полум'я, де іони металу переходять у стан атомного пару. Механізм атомізації розчину зразка складається з декількох ступенів. Розпилувач перетворює розчин в аерозоль, який подається на пальник і вприскується в полум'я. У полум'ї краплі повинні висохнути, залишок – розплавитись і випаритись, а всі сполуки – дисоціювати до вільних атомів.

Більшість атомів у полум'ї знаходиться, головним чином, в енергетичному стані, в якому вони можуть поглинати резонансне випромінювання з відповідною довжиною хвилі, яке створюється лампою з порожнистим катодом, виготовленим з елемента, що визначається [2].

Коефіцієнт рухливості важких металів розраховують за формулою:

$$Kp = \frac{C_{рф}}{C_{вф}} * 100\%,$$

де $C_{рф}$ – показник рухомої форми; $C_{вф}$ – показник валової форми [3].

Для експериментальних досліджень, донні відклади було надано підприємством «Находка» з прісних водойм Царичанського району Дніпропетровської області. Донні поклади піддавали біотрансформації шляхом вермикультивування черв'яками виду *Eisenia veneta*, культурна популяція якого селекціонована на переробку жорстких субстратів. Дослідні мікропопуляції черв'яків – це потомки, яких було отримано шляхом селекції від тварин опромінених лазером типу ЛГН 208Б за експозиціями: 15 хв, 20 хв та 25 хв.

Для дослідження використовували наступні варіанти субстратів з донних відкладів: I – контрольний – субстрат, який біотрансформували не опромінені дощові черв'яки; II – субстрат біотрансформований дощовими черв'яками, які були потомками тварин, опромінених протягом 15 хв; III – субстрат, біотрансформований дощовими черв'яками, які були потомками тварин опромінених протягом 20 хв; IV – субстрат, біотрансформований дощовими черв'яками, які були потомками тварин опромінених протягом 25 хв. Процес біотрансформації відбувався протягом 60 діб.

Результати дослідження та їх обговорення. Процес біотрансформації органічних субстратів вермикультурою, збагачує останніх гумусоутворювальними сполуками [7, 8, 9]. Вважається, що збільшення гумусоутворювальних сполук у ґрунтах супроводжується збільшенням ємності поглинання до важких металів, що зменшує ступінь їх токсичного впливу на біоту [4].

Відомо, що черв'яки роду *Eisenia*, які широко застосовуються у промислових масштабах вермикультивування мають низьку здатність до біотрансформації жорстких субстратів. Але, враховуючи, стан навколишнього середовища та кількість жорстких органічних відходів, було створено промислову популяцію черв'яків виду *Eisenia veneta*, яка здатна виконувати такі завдання. Тому, у ході досліджень оцінювали ефективність роботи тварин з отриманих мікропопуляцій.

Валовий показник важких металів для оцінки сучасного стану ґрунтів є недостатнім. Робити висновки про можливі механізми трансформації техногенних форм важких металів у ґрунтах і про їх подальшу долю в даному випадку складно. Наявність різних форм знаходження важких металів, які відрізняються як по рухомості та біологічній доступності, так і по механізмам їх закріплення в ґрунті, передбачає їх більш детальне вивчення [5].

Сьогодні вивчення форм знаходження важких металів у ґрунті заслуговує особливої уваги. Головним чином це стосується рухомих форм, так як їх дослідження дає можливість оцінити здатність різних хімічних елементів і їх сполук переходити із твердої фази ґрунту в ґрунтовий розчин, а після цього переміщуватись по профілю з ґрунтовим розчином і по трофічному ланцюгу переходити в організм людини.

Важливим у питанні оцінки впливу важких металів на біоценоз є коефіцієнт рухливості металів – це визначення рухомих, розчинних форм і здатність їх до накопичення (збільшення) включаючи і комплексоутворювальну здатність. Рухомі сполуки хімічних елементів являють собою найбільш велику з точки зору харчування рослин групу сполук [6].

Тому важливим було проаналізувати вміст різних форм важких металів у біотрансформованих субстратах донних відкладів у табл. 1 наведено показники валової та рухомої форм.

Показники форм важких металів у дослідних субстратах

метал	Субстрат біотрансформований не опроміненими тваринами		Субстрат біотрансформований тваринами експ. 15 хв. опромінення		Субстрат біотрансформований тваринами експ. 20 хв. опромінення		Субстрат біотрансформований тваринами експ. 25 хв. опромінення	
	показник валової форми ВМ, мг/кг	показник рухомої форми ВМ, мг/кг	показник валової форми ВМ, мг/кг	показник рухомої форми ВМ, мг/кг	показник валової форми ВМ, мг/кг	показник рухомої форми ВМ, мг/кг	показник валової форми ВМ, мг/кг	показник рухомої форми ВМ, мг/кг
Pb	24,32±0,12	4,4±0,02	22,94±0,10	3,81±0,01	12,69±0,06	4,7±0,03*	12,03±0,06	4,22±0,01
Cd	0,36±0,00	0,2±0,00	0,37±0,00	0,2±0,00	0,38±0,00	0,23±0,00*	0,36±0,00	0,19±0,00
Mn	87,17±0,41	9,13±0,04	87,98±0,39	11,16±0,05*	81,1±0,40	10,75±0,05*	76,99±0,36	9,16±0,03*
Cu	11,22±0,05	0,26±0,00	9,33±0,04	0,36±0,00*	9,09±0,04	0,37±0,00*	9,04±0,01	0,22±0,00
Zn	305,47±1,51	161,07±0,79	270,31±1,25	157,54±0,75	223,9±1,11	122,11±0,59	222,02±1,10	110,07±0,53
Ni	11,34±0,06	1,12±0,00	10,63±0,05	1,59±0,00*	10,49±0,05	1,61±0,00*	11,58±0,06	1,26±0,00*

*позначено збільшення показника рухомої форми ВМ (важкі метали) порівняно з контролем.

Як видно з таблиці, кращий показник якості переведення у рухому форму важких металів зафіксовано по субстрату, що біотрансформований мікропопуляцією черв'яків виду *Eisenia veneta* за експозицією опромінення 20 хвилин (III група).

Збільшення коефіцієнту рухливості важких металів визначене у біотрансформованих субстратах, свідчить про збільшення гумусоутворювальних сполук, яке відбулося у останніх за рахунок процесу біотрансформації вермикультурою виду *Eisenia veneta*.

Наступним кроком було розрахунок коефіцієнту рухливості металів (рис.1).

З огляду на отримані результати, можемо зробити висновки, що коефіцієнти рухливості металів вищі у III дослідному варіанті, порівняно з I, II та IV.

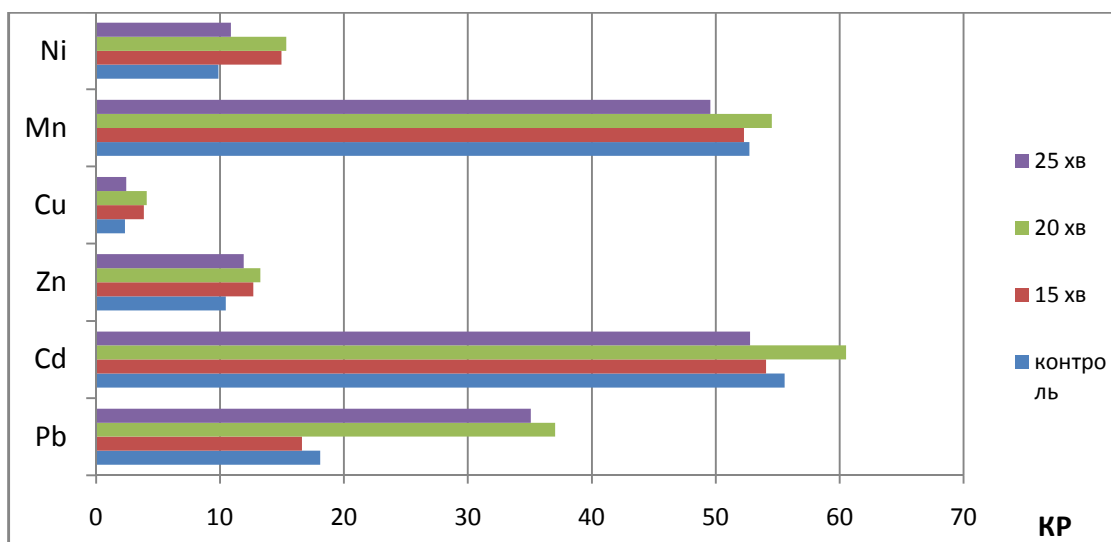


Рис. 1. Коефіцієнт рухливості важких металів у біотрансформованих субстратах

Було встановлено, що коефіцієнт рухливості цинку у III дослідному варіанті – у 1,3 рази вище ніж в контролі, міді – у 1,8 разів, свинцю – у 2 рази, кадмію – у 1,09 разів, а нікелю – 1,55 разів. Лише зразок, у якому визначали вміст марганцю прирівняний до контролю.

Таким чином, за рахунок процесу біотрансформації донних відкладів шляхом вермикультивування відбулося збільшення коефіцієнта рухливості металів, які виявлені у дослідних зразках субстратів. Це має велике значення, так як відомо, що вони містять значну кількість важких металів, які негативно впливають на стан навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

Таким чином, можна сказати, що збільшення коефіцієнту рухливості важких металів визначене у біотрансформованих субстратах, свідчить про збільшення гумусоутворювальних сполук, яке відбулося у останніх за рахунок процесу біотрансформації вермикультурою виду *Eisenia veneta*. Це дозволяє використовувати біотрансформовані субстрати донних відкладів як безпечне біодобриво, для відновлення та підвищення родючості ґрунтів, а також покращує стан навколишнього середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 227 с.
2. Цюпко Ф.І. Інструкція по роботі на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115-М1. / Ф.І. Цюпко, І.П. Полюжин. – Львів, 1991. – 28 с.
3. Мажайский Ю.А. Агроэкология техногенно загрязненных ландшафтов / Мажайский Ю.А., Торбатов С.А., Дубенок Н.Н. – Смоленск: Маджета, 2003. – 384 с.
4. Эколого-агрохимические свойства и эффективность верми- и биокомпостов / [Сычев В.Г., Мерзлая Г.Е., Петрова Г.В. и др.]. – М.: ВНИИА, 2007. – 276 с.
5. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д.В. Ладонин // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682–692.
6. Козуля Т.В. Визначення кореляції між вмістом важких металів у ґрунтах різних екосистем при вирішенні задач математичного моделювання в екологічному моніторингу / Козуля Т.В., Глушкова Л.В., Щітельман З.В. // Медицина и здоровье. – 2004. – №4. – С.159–164.
7. Городний Н.М. Промышленные технологии компостирования и вермикомпостирования органогенных отходов / Городний Н.М., Быкин А.В., Пасичник Н.А. // Материалы II научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почв» – Владимир, 2004. – Глава I. – С. 45–76.
8. Городний Н.М. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве / Городний Н.М., Мельник И.А., Похван М.Ф. – Киев: Урожай, 2010. – 256 с.
9. Громова В. Агроэкологическая оценка биогумуса и его роль в получении биологически ценной продукции на деградированной и окультуренной почве. Тезисы докладов четвертого международного конгресса. – Киев, 1996. – С. 26–27.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ ПОСЛЕ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Е.И. ТИМЧИЙ, О.И. СИДАШЕНКО, А. В. БАБЧЕНКО,

В. Т. СМЕТАНИН

Украинский государственный химико-технологический университет,
г. Днепр

Исследованы закономерности распределения миграции и аккумуляции тяжелых металлов в образцах донных, отложений, биотрансформированных вермикультурой рода *Eisenia*. Определены изменения коэффициента подвижности тяжелых металлов: Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd в биотрансформированных субстратах. Опытю доказано положительное влияние биотрансформации вемикультурой различных групп вида *Eisenia veneta* на увеличение показателя коэффициента подвижности тяжелых металлов, в частности Cu – в 1,8 раза, Pb – в 2 раза, Cd – в 1,09 раз, и Ni – 1,55 раз по сравнению с контролем.

Ключевые слова: донные отложения, Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd, вермикультура рода *Eisenia*, атомно-абсорбционная, коэффициент подвижности.

DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN BOTTOM SEDIMENTS OF WATER-HOUSES AFTER VERMICULTIVATION

E.I. TIMCHIY, O.I. SIDASHENKO, A.V. BABCHENKO,

V.T. SMETANIN

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro

The regularities of the distribution of migration and accumulation of heavy metals in the samples of bottom sediments biotransformed by vermiculture of the

genus *Eisenia* are studied. The changes in the mobility coefficient of heavy metals: Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd in biotransformed substrates are determined. The positive effect of biotransformation by vermiculture of various groups of the genus *Eisenia* on the increase in the mobility coefficient of heavy metals, in particular Cu, by 1.8 times, Pb, by 2 times, Cd, by 1.09 times, and Ni, by 1.55 times, was experimentally proved. compared to control.

Key words: bottom sediments, Mg, Ni, Zn, Cu, Pb, Cd, vermiculture of the genus *Eisenia*, atomic absorption, mobility coefficient.