

## ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ЕМ-ПРЕПАРАТІВ НА ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ

Т.М. Зайцева  
аспірант

Вінницький національний аграрний університет

Досліджено вплив мікробіологічних препаратів Байкал ЕМ-1, Емочки-родючість, Органік-баланс, Вермісол, Целюлад, Біофосфорин на зниження концентрації у ґрунті важких металів (свинцю, кадмію, міді та цинку). Розраховано коефіцієнт техногенної концентрації важких металів у ґрунті за використання ЕМ-препаратів. Обґрунтовано перспективність використання технологій ефективних мікроорганізмів для зниження забруднення ґрунтів важкими металами.

**Ключові слова:** ґрунт, важкі метали, технології ефективних мікроорганізмів, ЕМ-препарати.

.....

Важкі метали, що потрапляють у ґрунт унаслідок техногенних катаклізмів, є одними з найбільш токсичних забруднювачів. Їх небезпека визначається тим, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, зокрема включаються у склад солей, оксидів, метало-органічних сполук [1, с. 42]. Відомо, що важкі метали в ґрунті можуть перебувати в різноманітних щодо розчинності та рухомості формах, зокрема: нерозчинні, які входять до складу ґрунтових мінералів; обмінні, які перебувають у динамічній рівновазі з іонами певного металу в ґрунтовому розчині; рухомі та розчинні форми. Між ними існує не тільки тісний взаємозв'язок, а й можливе перетворення одних форм в інші. Рухомі форми металів можуть накопичуватися в ґрунті у значних концентраціях, зумовлюючи токсичність як для ґрунтової біоти, так і для рослин [2, с. 2]. Унаслідок їх негативного впливу значно змінюються властивості ґрунту, знижується продуктивність агроценозів, інтенсифікуються ерозійні процеси, повністю руйнуються генетичні горизонти та утворюються техногенні пустелі [3, с. 30]. Одним із способів зниження вмісту важких металів у ґрунті є застосування технологій ефективних мікроорганізмів, тобто ЕМ-препаратів.

Ці препарати складаються із змішаних корисних культур мікроорганізмів, таких як: фотосинтетичні бактерії (*Rhodospirillum rubrum*, *Rhodospirillum rubrum*), молочнокислі бактерії (*Lactobacillus plantarum* L. casei та *Streptococcus*), дріжджі (*Saccharomyces* spp.) і актиноміцети (*Streptomyces* spp.) [4, с. 380]. Внесення ефективних мікроорганізмів у ґрунт сприяє фіксації атмосферного азоту, перетворенню недоступної форми фосфору у доступну, покращенню розкладання залишків

рослин для вивільнення поживних речовин, що підвищує рівень гумінових речовин у ґрунті та продуктивність агроєкосистем, а отже, опосередковано може зменшити концентрацію важких металів у ґрунті [5, с. 559]. Використання ефективних мікроорганізмів покращує фізичні властивості ґрунту, а це сприяє швидкому поширенню поживних речовин у його профілі [6, с. 26]. Встановлено ремедіаційний потенціал мікрофлори ґрунту до забруднення. В умовах органічного забруднення, зокрема нафтового, мікробіота є основним деструктором вуглеводнів. Так, нитчастий актиноміцет *Podospira anserina* може розкладати ароматичні аміни, похідні від пестицидів, тоді як багато інших видів мікроорганізмів гинуть [7, с. 250, 251]. Бактерії виду *B. subtilis* виявилися кращими вуглеводневими деструкторами, ніж інші штами. Такі види бактерій, як *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Bacillus firmus* B. alvei, *Penicillium funiculosum*, *Aspergillus sydowii* і *Rhizopus* sp. розкладають відповідно 79–80, 68, 86, 81 і 67% від загальної кількості нафтових вуглеводнів. Роди *Stenotrophomonas*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Nocardiodetes* і *Pseudomonas* використовують у різних комбінаціях, а ступінь деградації вуглеводнів становить 67% уже через 12 діб [8, с. 3].

Метою статті було встановити вплив внесення ЕМ-препаратів на зміну концентрації важких металів у ґрунті.

Експериментальні дослідження виконували на сірих лісових ґрунтах ДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету впродовж 2016–2017 рр.

Ґрунт на дослідній ділянці — сірий лісовий середньосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу становить 3,0%, азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом) — 7,0 мг/100 г,

рухомого фосфору (за Чиріковим) — 26,4, обмінного калію (за Чиріковим) — 9,5 мг/100 г ґрунту, кальцію — 10,0 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове — 7,4 та гідролітична кислотність — 0,28 мг-екв/100 г ґрунту.

Досліджувані ЕМ-препарати вносили способом обробки ґрунту водним розчином у дозі 1,5 л/га навесні з послідуочим їх загортанням у ґрунт. Використовували такі препарати: Байкал ЕМ-1, ЕМ-родючість, Органік-баланс, Целюлад та Біофосфорин. Отримані результати порівнювали з ефективністю препарату Вермісол, що є екстрактом, отриманим з біогумусу, виробленого каліфорнійським черв'яком.

Концентрацію важких металів у підготовлених кислотних витяжках визначали методом полуменевої атомно-абсорбційної спектроскометрії на приладі ААС-3 у Науково-вимірювальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету до внесення ЕМ-препаратів весною та восени перед закінченням вегетаційного періоду.

До внесення ЕМ-препаратів уміст свинцю у ґрунті становив 0,40 мг/кг при ГДК 6,0 мг/кг. За внесення ЕМ-препаратів концентрація свинцю зменшилася до 0,01–0,04 мг/кг. Найменша концентрація свинцю була виявлена у варіанті з внесенням ЕМ-препарату Емочки-родючість та Біофосфорин; у варіанті з використанням Вермісолу уміст свинцю становив 0,02 мг/кг; за використання препаратів Байкал ЕМ-1 та Целюлад концентрація свинцю у ґрунті становила 0,03 мг/кг, а препарату Органік-баланс — 0,04 мг/кг (табл. 1).

Уміст кадмію перед внесенням ЕМ-препаратів становив 0,50 мг/кг при ГДК 0,7 мг/кг.

Застосування ЕМ-препаратів знизило концентрацію кадмію до 0,24–0,46 мг/кг. Препарати Вермісол, Органік-баланс та Біофосфорин знизили концентрацію кадмію у 2,1, 2,0 та 1,9 раза відповідно; внесення ЕМ-препаратів Байкал ЕМ-1 і Емочки-родючість сприяло зниженню концентрацій кадмію у 1,4 та 1,3 раза відповідно; Целюлад знизив концентрацію кадмію у ґрунті у 1,1 раза.

Концентрація міді перед внесенням ЕМ-препаратів становила 1,2 мг/кг при ГДК цього елемента 3,0 мг/кг. Після внесення ЕМ-препаратів уміст міді у всіх дослідних варіантах зменшився до 0,3–0,9 мг/кг. Концентрація міді у разі застосування препаратів Целюлад та Біофосфорин була у 4,0 і 3,2 раза меншою, ніж до внесення, відповідно; у варіанті з використанням Байкалу ЕМ-1 уміст міді був у 2,1 раза меншим; за використання препарату Органік-баланс концентрація міді була у 1,8 раза меншою, а ЕМ-препарату Емочки-родючість — у 1,3 раза меншою, ніж до їх внесення.

Фактичний уміст цинку перед внесенням препаратів становив 2,6 мг/кг при ГДК 23,0 мг/кг. Внесення ЕМ-препаратів знизило концентрацію цинку до 1,41–2,49 мг/кг. Найменша концентрація цинку спостерігалася у варіанті з використанням препарату Біофосфорин — у 1,8 раза менше; за застосування препаратів Органік-баланс і Целюлад уміст цинку був у 1,4 раза меншими; у варіанті з використанням препарату Вермісол — у 1,3 раза; за використання ЕМ-препаратів Емочки-родючість і Байкал ЕМ-1 уміст міді був у 1,1 раза меншим, ніж до їх внесення.

Для оцінки забрудненості ґрунтів було використано коефіцієнт техногенної концен-

Таблиця 1

Уміст важких металів у ґрунті до і після застосування ЕМ-препаратів

ЕМ-препарати	Важкі метали, мг/кг							
	свинець		кадмій		мідь		цинк	
	фактичний уміст	ГДК	фактичний уміст	ГДК	фактичний уміст	ГДК	фактичний уміст	ГДК
До внесення	0,40	6,0	0,50	0,7	1,20	3,0	2,60	23,0
Байкал ЕМ-1	0,03	6,0	0,35	0,7	0,57	3,0	2,49	23,0
Емочки-родючість	0,01	6,0	0,39	0,7	0,90	3,0	2,37	23,0
Органік-баланс	0,04	6,0	0,25	0,7	0,67	3,0	1,80	23,0
Вермісол	0,02	6,0	0,24	0,7	0,82	3,0	2,02	23,0
Целюлад	0,03	6,0	0,46	0,7	0,30	3,0	1,91	23,0
Біофосфорин	0,01	6,0	0,26	0,7	0,38	3,0	1,41	23,0

Коефіцієнт забрудненості ґрунтів важкими металами

ЕМ-препарат	Свинець	Кадмій	Мідь	Цинк
Без внесення	0,040	1,00	0,060	0,052
Байкал ЕМ-1	0,003	0,70	0,028	0,049
Емочки-родючість	0,001	0,78	0,045	0,047
Органік-баланс	0,004	0,50	0,034	0,036
Вермісол	0,002	0,48	0,041	0,040
Целюлад	0,003	0,92	0,015	0,039
Біофосфорин	0,001	0,52	0,019	0,028

трації ( $K_c$ ), що характеризує відношення реального вмісту хімічного елемента в ґрунті ( $C_a$ ) до фонового вмісту цього самого елемента ( $C_f$ ) у середовищі:

$$K_c = C_a / C_f.$$

Величина  $K_c$  свідчить про активність процесів вилугування ( $K_c < 1$ ) і накопичення ( $K_c > 1$ ) хімічних елементів у ґрунті. У лісостеповій зоні фоновий показник свинцю становить 10 мг/кг, кадмію — 0,5, міді — 20, цинку — 50 мг/кг [2, с. 3].

Для оцінки забрудненості досліджуваних ґрунтів було визначено коефіцієнт техногенної концентрації важких металів (табл. 2).

Результати дослідження засвідчили, що вміст важких металів у зразках ґрунту не перевищує ГДК. Завдяки розрахунку коефіцієнта забруднення виявлено, що цей показник не перевищує одиницю, тобто ці елементи вилугуюються із ґрунту. Найнижчий коефіцієнт забруднення свинцем був зафіксований за внесення препаратів Емочки-родючість та Біофосфорин, кадмію — за застосування Органік-балансу, Вермісолу та Біофосфору, міді — за внесення Целюладу і Біофосфору, а цинку — за використання Біофосфору.

### ВИСНОВКИ

Використання технологій ефективних мікроорганізмів сприяє зниженню вмісту важких металів у ґрунті, що в подальшому може позитивно вплинути на агроєкосистему загалом. Дослідження засвідчили, що ефективним проти забруднення свинцем є Емочки-родючість та Біофосфорин, кадмієм — Органік-баланс, Вермісол та Біофосфорин, міддю — Целюлад і Біофосфорин та цинку — Біофосфорин.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стеценко Д.О. Важкі метали у ґрунтах радіоактивно забруднених лісових екосистем / Д.О. Стеценко, В.В. Долін // Пошукова та екологічна геохімія. — 2009. — № 1(9). — С. 42–47.
2. Довгопола А.К. Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті та *Trifolium Pratense* L. [Електронний ресурс] — Режим доступу: file:///C:/Users/Zsmov%20Tyt/Downloads/peb\_2016\_1\_9.pdf
3. Мислива Т.М. Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся / Т.М. Мислива, В.А. Трембцький // Агроєкологічний журнал. — 2009. — № 4. — С. 30–35.
4. Olle M. Effective microorganisms and their influence on vegetable production — a review / M. Olle, I.H. Williams // Effective microorganisms in vegetable production. — 2013. — № 88 (4). — P. 380–386.
5. Abd E. Effect of some soil microorganisms on soil properties and wheat production under North Sinai conditions / E. Abd, F. Bouthaina // Journal of Applied Sciences Research. — 2010. — № 4. — P. 559–579.
6. Fatunbi A.O. Activities of effective microorganism (EM) on the nutrient dynamics of different organic materials applied to soil / A.O. Fatunbi, L. Ncube // American-Eurasian Journal of Agronomy. — 2009. — № 2. — P. 26–35.
7. Мекіч М.З. Функціональне і прикладне значення біологічної активності ґрунту / М.З. Мекіч, Н.М. Джура, О.І. Терек // Біологічні Студії. — 2013. — Т. 7, № 3 — С. 247–258.
8. Матеева О.Л. Формування умов середовища для прискорення біодеградації нафтопродуктів [Електронний ресурс]: — Режим доступу: file:///C:/Users/Zsmov%20Tyt/Downloads/peb\_2014\_1\_4.pdf